

**ACCIONES ADMINISTRATIVAS PARA LA REGLAMENTACIÓN DE  
CORRIENTES DE AGUA EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA  
- ESTUDIO DE CASO: RIO CESTILLAL-**

**MARIA ISABEL GARCIA SERNA**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES  
PEREIRA  
2009**

**ACCIONES ADMINISTRATIVAS PARA LA REGLAMENTACIÓN DE  
CORRIENTES DE AGUA EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA  
- ESTUDIO DE CASO: RIO CESTILLAL-**

**MARIA ISABEL GARCIA SERNA**

**Proyecto de grado para optar por el título de  
Administrador del Medio Ambiente**

**Director: Diego Paredes Cuervo  
Ingeniero sanitario  
Msc. In Water and Enviromental Resources Management  
Ph.D (C) en ingeniería**

**Asesor: Carlos Andrés Sabas Ramírez  
Ingeniero Ambiental  
M. Sc. (C) en Ecotecnología**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES  
PEREIRA  
2009**

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

Jurado

---

CARLOS ANDRÉS SABAS RAMÍREZ  
Director encargado

Jurado

---

JHON JAIRO ARIAS MENDOZA  
Evaluador

## **DEDICATORIA**

A mi madre por su gran ejemplo de tenacidad, pujanza y honestidad. Sin su apoyo no habría logrado estar aquí para alcanzar esta meta.

A mi padre visionario y soñador, destino y guía de mis esfuerzos donde quiera que se encuentre.



## **Agradecimientos**

Al director Diego Paredes Cuervo por sus valiosos aportes, el tiempo y la dedicación.

Al asesor Carlos Andrés Sabas por su interés y apoyo incondicional para llevar a buen término este trabajo. Sus consejos fueron fundamentales para guiar esta investigación.

Mi agradecimiento sincero al grupo de investigación en agua y saneamiento -GIAS-, especialmente a Kelly Andrea Aguirre por su ayuda en las actividades de campo y sistematización de los resultados, que sin ella hubiese sido una laboriosa tarea. Mil gracias.

Al proyecto en convenio UTP-CARDER por darme las bases fundamentales para abordar el tema de reglamentación de usos del agua en Risaralda. Mil gracias por la colaboración de estas instituciones en el financiamiento de este trabajo.

Agradezco infinitamente a los acueductos rurales Cestillal el Diamante, Yarumal, Pérez Alto y Santa Cruz de Barbas por permitirme conocer su información, por ser mis guías para llegar a las bocatomas y por ayudarme en las actividades de aforo.

Agradezco a mis compañeros de pregrado. Su compañerismo y amistad. Su apoyo fue esencial para terminar con alegría mi trabajo.

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	12
1. Problema de Investigación - Gestión .....	14
1.1 pregunta de investigación-gestión.....	14
2. Justificación .....	15
3. Objetivos .....	16
3.1 Objetivo General .....	16
3.2 Objetivos Específicos.....	16
4. MARCO TEÓRICO .....	17
4.1 Antecedentes .....	17
4.2 Ámbito Geográfico de la Investigación .....	18
4.2.1 Localización del Área de Estudio .....	19
4.2.2 Usos del Suelo del Rio Cestillal .....	21
4.3 Conceptualización .....	23
4.3.1 Fundamentos teóricos de la gestión ambiental del recurso hídrico.....	23
4.3.2 Los planes de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas como instrumentos articuladores de la administración del recurso hídrico .....	26
4.3.3 Generalidades de la Reglamentación de Corrientes de agua .....	28
4.4 Aspectos Político-Legales .....	30
5. PROCESO METODOLÓGICO.....	35
5.1 Pasos y guías metodológicas para la implementación de la reglamentación de corrientes de agua.....	35
5.2 Identificar y aplicar una metodología para el cálculo de oferta y demanda hídrica...	36
5.3 Definición de estrategias, actividades responsabilidades y recursos para garantizar una adecuada disponibilidad del recurso hídrico .....	39
6. RESULTADOS .....	40
6.1 Pasos y guías metodológicas para la implementación de la reglamentación de corrientes de agua.....	40
6.2 Metodología para Determinar la Oferta y Demanda Hídrica del Rio Cestillal .....	53
6.2.1 Oferta hídrica .....	53
6.2.2 Demanda de los usos del agua .....	78
6.2.3 Índice de escasez.....	91
6.3 Acciones administrativas requeridas para garantizar una adecuada disponibilidad del recurso entre los diferentes usos del agua .....	94
6.3.1 Síntesis situacional .....	94

6.3.2 Acciones administrativa para garantizar disponibilidad del recurso entre los diferentes usuarios del agua .....	95
7. CONCLUSIONES .....	118
8. RECOMENDACIONES .....	120
9. BIBLIOGRAFIA .....	121
ANEXOS .....	125

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características morfométricas de la cuenca del Rio Cestillal .....	18
Tabla 2 Marco de política básico sobre la Gestión Integral del Recurso Hídrico .....	30
Tabla 3 Desarrollo metodológico del primer objetivo específico .....	35
Tabla 4 Desarrollo metodológico del segundo objetivo específico .....	37
Tabla 5 Desarrollo metodológico del tercer objetivo específico .....	39
Tabla 6 usuarios del agua .....	48
Tabla 7 Categorías en las que se agrupa el índice de escasez.....	51
Tabla 8 Consolidado de Información Correspondiente a Series Históricas de Caudal y Precipitación.....	54
Tabla 9 Listado de estaciones en el área de la cuenca del Rio Cestillal .....	57
Tabla 10 Puntos de Control del Rio Cestillal .....	59
Tabla 11 Oferta Hídrica Mensual Multianual Desembocadura Rio Cestillal (m <sup>3</sup> /s) .....	59
Tabla 12 Oferta Hídrica Mensual Multianual Bocatoma Santa Cruz de Barbas (m <sup>3</sup> /s).....	60
Tabla 13 Oferta Hídrica Mensual Multianual Bocatoma Cestillal Alto ACUCESDI (m <sup>3</sup> /s).....	60
Tabla 14 Oferta Hídrica Mensual Multianual Bocatoma la Montañita ACUCESDI (m <sup>3</sup> /s).....	61
Tabla 15 Oferta Hídrica Mensual Multianual Bocatoma La Aurorita (m <sup>3</sup> /s).....	61
Tabla 16 Oferta Hídrica Mensual Multianual Bocatoma Paraiso - Yarumal (m <sup>3</sup> /s).....	61
Tabla 17 Oferta Hídrica Mensual Multianual Bocatoma Pérez Alto (m <sup>3</sup> /s) .....	62
Tabla 18 Oferta Hídrica Mensual Multianual Bocatoma Paraíso ACUCESDI (m <sup>3</sup> /s).....	62
Tabla 19 Oferta Hídrica Mensual Multianual Bocatoma Cestillal Bajo ACUCESDI (m <sup>3</sup> /s) .....	63
Tabla 20 Oferta Hídrica Mensual Multianual Bocatoma Tesorito ACUCESDI .....	63
Tabla 21 Caudal máximo, promedio y mínimo de la cuenca del Rio Cestillal.....	67
Tabla 22 Condición de calidad y % de afectación para Q (min) por calidad de acuerdo al ICA ..	69
Tabla 23 Resultados de calidad del agua del Rio Cestillal en los Puntos de Monitoreo .....	70
Tabla 24 Disponibilidades hídricas para la cuenca del rio Cestillal .....	72
Tabla 25 Resumen disponibilidades hídricas para la cuenca del rio Cestillal .....	76
Tabla 26 Concesiones otorgadas para uso del agua del rio Cestillal.....	78
Tabla 27 Resultados de los aforos en los puntos de control.....	80
Tabla 28 Georrefenciación de los puntos de control .....	81
Tabla 29 Comparación Caudales Aforos y Concesionados.....	83
Tabla 30 Cumplimiento de la normatividad ambiental por parte de los acueductos.....	88
Tabla 31 Aspectos administrativos de los acueductos.....	88
Tabla 32 Cobertura del sistema de acueducto.....	89
Tabla 33 Aspectos operativos de los acueductos .....	89
Tabla 34 Categorización del Índice de Escasez (IE) .....	92
Tabla 35 Resumen de Índices de Escasez para la Cuenca del Río Cestillal.....	92
Tabla 36 Potencialidades y Problemáticas.....	97
Tabla 37 Plan de acción – estrategia 1 .....	112
Tabla 38 Plan de acción – estrategia 2 .....	114
Tabla 40 Plan de acción – estrategia 3 .....	115
Tabla 41 Plan de acción – estrategia 4 .....	116
Tabla 42 Plan de acción – estrategia 5 .....	117

## ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1 y 2 Usos del suelo en la cuenca alta del Rio Cestillal .....	22
Fotografía 3 y 4 usos del suelo en la cuenca media del Rio Cestillal.....	22
Fotografía 5 y 6 Usos del suelo en la cuenca baja del Rio Cestillal .....	22
Fotografía 7 Desembocadura del Rio Cestillal al Rio La Vieja .....	64
Fotografía 8 Bocatoma acueducto Santa Cruz de Barbas .....	64
Fotografía 9 Bocatoma Paraíso, Acueducto Yarumal.....	65
Fotografía 10 Bocatoma La Aurorita ACUCESDI.....	65
Fotografía 11 Bocatoma acueducto Pérez Alto.....	65
Fotografía 12 Bocatoma Cestillal Bajo ACUCESDI .....	66
Fotografía 13 Bocatoma Tesorito ACUCESDI .....	66
Fotografía 14 y 15 Aforos en las bocatomas .....	80
Fotografía 16 y 17 Socialización con los usuarios del agua del Rio Cestillal .....	85

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de la cuenca del Rio Cestillal en la Cuenca del Rio La Vieja.....	19
Figura 2 Ubicación de las veredas y corregimientos que rodean la Cuenca del Rio Cestillal .....	20
Figura 3 Plan de Ordenación y Manejo de cuencas hidrográficas y su relación con los instrumentos disponibles en la normatividad vigente.....	27
Figura 4 Proceso metodológico para la reglamentación de corrientes de agua .....	41
Figura 5 Procedimiento para determinar oferta y demanda hídrica .....	50
Figura 6 Polígonos de thiessen para la cuenca del rio la Vieja.....	56
Figura 7 Localización de estaciones climatológicas en la cuenca del Rio Cestillal. ....	58
Figura 8 Comportamiento de caudales en el rio Cestillal.....	68
Figura 9 Evapotranspiración vs precipitación .....	77
Figura 10 Puntos de Control de la cuenca del Rio Cestillal .....	82
Figura 11 Áreas de influencia de los puntos de control .....	83

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Precipitación mensual multianual para las estaciones definidas en la cuenca del río La Vieja.....	126
Anexo 2 Precipitación mensual multianual afectada por el área de influencia de los polígonos de Thiessen.....	127
Anexo 3 Curva de Duración de Caudales en la Estación Cartago.....	128
Anexo 4 Oferta hídrica disponible para los diferentes puntos de control.....	129
Anexo 5 Registros críticos de caudal y parámetros de calidad en el río Cestillal .....	130
Anexo 6 Fichas de Información Acueductos Comunitarios.....	130
Anexo 7 Fichas Técnicas Captaciones Visitadas .....	130

## INTRODUCCIÓN

El presente estudio se basa en el análisis y comprensión de la reglamentación de corrientes de agua como instrumento que permite adelantar las diferentes actividades asociadas con la Gestión Integral del Recurso Hídrico (GIRH).

Como estudio de caso, se propone estudiar la cuenca del Río Cestillal, debido a que es la segunda cuenca en proceso de reglamentación en el Departamento de Risaralda y a través de su estudio técnico relacionado con la oferta y la demanda hídrica, se pueden conocer y comprender los factores deficitarios con respecto a las demandas que se ejercen sobre ella, los conflictos de escasez del recurso principalmente en épocas de verano y las implicaciones en el caudal ecológico necesario para el sostenimiento de los ecosistemas. Las Autoridades Ambientales son las entidades responsables de reglamentar las corrientes de agua, definiendo una distribución de caudales entre los diferentes usos actuales y potenciales, para así minimizar o evitar conflictos por desabastecimiento del recurso.

En este sentido el primer objetivo de este trabajo establece cuales son los procedimientos que se deben llevar a cabo al momento de implementar el instrumento de reglamentación de corrientes de agua, todo esto con el fin de brindar una mejor comprensión principalmente a las Corporaciones Autónomas Regionales las cuales tienen como función garantizar una eficiente administración del uso del agua, optimizando los recursos humanos y físicos.

Establecer los procedimientos requeridos para la reglamentación de corrientes de agua va a permitir una eficiente administración, control y vigilancia del recurso, además conocer sus condiciones actuales y futuras de oferta y demanda y evitar conflictos entre usuarios por el acceso al recurso.

Como segundo objetivo se aplica la metodología de transposición de caudales a la cuenca del Río Cestillal, para plantear a partir del estudio técnico relacionado con la oferta y demanda hídrica las limitaciones, lineamientos y estrategias asociadas a la reglamentación de corrientes de agua en el Departamento de Risaralda.

Finalmente, el tercer objetivo consiste en proponer acciones administrativas requeridas para garantizar una adecuada disponibilidad del recurso entre los diferentes usuarios del agua. En la zona rural del Departamento de Risaralda existen 541 acueductos, que se caracterizan en general por ser de tipo comunitario y por ser los principales usuarios que ejercen mayor presión sobre el recurso hídrico; sus condiciones actuales referente al cumplimiento de las exigencias de la normatividad, técnicas administrativas y financieras son en su mayoría débiles; los escasos recursos financieros, la débil planificación para formular y aplicar un conjunto de operaciones y acciones de acuerdo con los problemas y la situación actual en que se desenvuelve las cuencas de las cuales se abastecen en términos de oferta y demanda hídrica no son tenidos en cuenta.



Por lo anterior para este tercer objetivo se propone establecer seis estrategias dirigidas principalmente a los prestadores del servicio de acueducto para que sean ellos los que garanticen eficiencia y eficacia en la prestación de su servicio. La formulación de estrategias tienen como fin brindarle a los operadores del servicio de acueducto y principales usuarios del agua una planificación ambiental donde se adopten medidas legales a tal grado que se permita realizar acciones, programas y proyectos de acuerdo con las circunstancias ambientales como los son los usos del agua y el suelo, concesiones, acueductos, crecimiento poblacional, demanda y oferta hídrica.

Por lo tanto, es necesario consolidar procesos de recuperación, conservación, preservación, aprovechamiento sustentable y prevención del deterioro de este recurso natural como condición básica para el mejoramiento de la calidad de vida; mediante procesos de gestión coordinados y concertados entre las instituciones y las comunidades.

## **1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN - GESTIÓN**

En Colombia, los Planes de Ordenamiento Territorial deben estar enmarcados dentro de la Ordenación y Manejo de las Cuencas Hidrográficas, por lo anterior el tema de Gestión Integral del Recurso Hídrico debe ser el eje articulador de los procesos de planificación.

El proceso administrativo que determina la cantidad de agua a disponer para un uso en particular está regido por la Reglamentación de usos de agua, y debe ser otorgada por la Autoridad Ambiental (Corporación Autónoma Regional), que a su vez es un insumo para la Ordenación de la Cuenca Hidrográfica.

La reglamentación no sólo debe partir del balance de demanda y disponibilidad del recurso hídrico y con ello otorgar las concesiones para la corriente de agua; pues esta, debe partir de un estudio detallado de los componentes bióticos, abióticos y antrópicos que permite una apropiada planificación del recurso.

En Risaralda en particular no ha sido reglamentada hasta la fecha ninguna corriente o cuerpo de agua, otorgando las autoridades ambientales (CAR's) concesiones sin tener en cuenta balances hídricos o criterios de planificación. El primer acercamiento al tema de reglamentación de corrientes de agua se inicia con las cuencas hidrográficas de los Ríos Barbas y Cestillal, siendo las dos primeras cuencas en Risaralda en adelantar los procesos de reglamentación de usos del agua.

En este sentido, las cuencas hidrográficas del departamento requieren de un proceso consolidado de reglamentación de las actividades humanas en su territorio y una alta gobernabilidad desde el punto de vista político, administrativo y ambiental, producto de la integración y cooperación entre las instituciones y de éstas con la comunidad; de la articulación de los diferentes instrumentos de planificación (Plan de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas–POMCH, Plan de Ordenamiento Territorial–POT, Esquema de Ordenamiento Territorial–EOT, Plan de Acción Trienal–PAT, Plan de Gestión Ambiental Regional–PGAR, Planes de Desarrollo, Agendas Ambientales Municipales, entre otros) y de la presencia operativa y eficiente de diversas instancias sociales y sectoriales de participación y concertación.

Finalmente, dadas las condiciones actuales de los recursos hídricos en el departamento de Risaralda, es pertinente explorar los procesos metodológicos que coadyuven a la reglamentación de usos del agua en la cuenca hidrográfica del Río Cestillal, lo que permite el empoderamiento, la autogestión y autorregulación para planificar y administrar adecuada y sosteniblemente los recursos disponibles.

### **1. 1 pregunta de investigación-gestión**

¿Qué proceso metodológico, puede coadyuvar en la reglamentación de corrientes de agua en el departamento de Risaralda, tomando como estudio de caso el Río Cestillal?

## **2. JUSTIFICACIÓN**

La situación actual de reglamentación de corrientes de agua en el país y en el departamento de Risaralda ha sido poco explorada como consecuencia de la débil planificación, coordinación integrada y unitaria que defina las funciones y responsabilidades institucionales y la poca capacidad de acción para la prevención de conflictos mediante la proyección de acciones a largo plazo, por parte de las autoridades –Corporaciones Autónomas Regionales (CAR's)- encargadas del manejo y administración del recurso hídrico.

El tomar como estudio de caso la subcuenca del Rio Cestillal, se debe a que esta cuenca junto a la cuenca del Rio Barbas son las dos primeras corrientes en proceso de reglamentación en el departamento de Risaralda; además agrupan serias problemáticas comunes a muchas cuencas del país, como lo son la falta de estaciones limnimétricas y climatológicas, presencia en los periodos de verano déficit en la oferta hídrica, usuarios del agua legales y no legales, generación de conflictos de usos del agua y de suelo a lo largo del cauce.

La importancia de realizar este trabajo de investigación es poder dar a conocer el instrumento de reglamentación de corrientes de agua como un mecanismo fundamental en la gestión del recurso hídrico que permite: a) planificar el acceso al uso del agua por parte de todos los usuarios en una cuenca b) analizar la oferta hídrica y estimar la demanda hídrica a corto y largo plazo teniendo en cuenta el crecimiento poblacional, industrial y agropecuario actual y proyectado c) conocer la demanda ecológica o caudales y volúmenes mínimos que se deben dejar en los distintos cuerpos de agua para preservar el equilibrio del ecosistema d) definir los caudales y volúmenes disponibles para uso social y económico e) conocer el uso actual del territorio f) definir un escenario probable de desarrollo socioeconómico en el largo plazo de la subcuenca o cuenca, teniendo en cuenta los usos potenciales del territorio definidos en los planes de Ordenamiento Territorial.

Cuando la reglamentación define escasez y conflictos de uso del agua y del suelo en un territorio, se puede tomar la decisión de delimitar reservas de agua dentro de las cuales se prohíba otorgar permisos o concesiones para todos o determinados usos del recurso, con el fin de adelantar programas de restauración, conservación o preservación de la calidad o cantidad de las aguas, o de mantener una disponibilidad de agua pública acorde con las necesidades actuales y proyectadas.

En este contexto, el administrador del medio ambiente es llamado a contribuir a la solución de problemas locales, regionales y nacionales, identificando el rol y la responsabilidad de las organizaciones públicas y privadas en lo atinente al desarrollo racional y sostenible en este caso del recurso hídrico.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo General**

Definir con base en la experiencia real del Rio Cestillal lineamientos, estrategias, metodologías y limitaciones asociadas a la reglamentación de corrientes de agua en el Departamento de Risaralda.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

1. Establecer los alcances requeridos para la reglamentación de corrientes de agua a nivel departamental.
2. Aplicar una metodología para determinar la oferta y la demanda actual y futura de recursos hídricos en Risaralda.
3. Proponer las acciones administrativas requeridas para garantizar una adecuada disponibilidad del recurso entre los diferentes usuarios del agua.

## **4. MARCO TEÓRICO**

### **4.1 Antecedentes**

En Colombia se empezó hablar de Reglamentación del uso del agua a partir del decreto 1541 de 1978, en el capítulo V de este decreto aun vigente, en el cual se definen los procedimientos básicos a realizar al momento de estimarse conveniente reglamentar una corriente o depósito de aguas públicas, así como las derivaciones que benefician varios predios con el fin de obtener una mejor distribución de las aguas de cada corriente o derivación, teniendo en cuenta el reparto actual, las necesidades de los predios y las de aquellos que puedan aprovecharlas.

En el Departamento de Risaralda el proceso de reglamentación de usos del agua inicia con el marco del Programa de Ordenación y Manejo de la Cuenca hidrográfica del Río la Vieja, que se ha venido ejecutando por parte de la Corporación Autónoma Regional del Quindío - CRQ, la Corporación Autónoma Regional Valle del Cauca - CVC y la Corporación Autónoma Regional de Risaralda – CARDER, que en su fase de ejecución se ordenó la reglamentación general de las aguas del río la vieja y sus corrientes afluentes.

En el departamento de Risaralda los afluentes que discurren en la cuenca del río La Vieja y que se deben reglamentar son el río Consotá, río Cestillal y el río Barbas. Es así como a partir del año 2007 se inicia el proceso de reglamentación con la subcuenca del río Barbas y en el año 2009 se inicia con la reglamentación del Río Cestillal a través del convenio 040 celebrada entre la Carder y la Universidad Tecnológica de Pereira; el Grupo de Investigación en Agua y Saneamiento -GIAS-, realiza el apoyo técnico al proceso de reglamentación de los dos afluentes.

## 4.2 Ámbito Geográfico de la Investigación

La cuenca del Río Cestillal se encuentra localizada entre las cuencas de los ríos Barbas y Consotà, ubicada en el departamento de Risaralda, al suroccidente del territorio colombiano. El cauce principal del río Cestillal nace en la cota 2041 m.s.n.m con coordenadas N: 04°42'49.4" W:75°36'55.0" en la vereda el manzano corregimiento de Tribunales Córcega y desemboca en el río la Vieja a una altura de 952 m.s.n.m con coordenadas N: 04°45'51.3" W: 75°50'40.2" en la vereda el gurrio corregimiento La estrella- La palmilla.

Según POMCH del Río la Vieja (CRQ, et al, 2006) los afluentes secundarios del río Cestillal son las quebradas Laguneta, Negra, La Florida, La Linda, Micay y el Jardín, sin embargo durante el trabajo de campo realizado se identificaron otros afluentes del río Cestillal: Quebrada el Paraíso, Aurorita y Montañita; que son de gran importancia para los acueductos comunitarios Cestillal el Diamante, Santa Cruz de Barbas, Yarumal y Pérez Alto.

La cuenca del río Cestillal contiene niveles de precipitación en su parte alta de 2500 mm/año, en la parte media de la cuenca se presentan niveles entre 2100 y 2300 mm/año y en la parte baja su precipitación es de 1900 mm/año.

En la Tabla 1. se presentan las características que definen la forma y la estructura de la cuenca del río Cestillal.

**Tabla 1 Características morfométricas de la cuenca del Río Cestillal**

Área (km <sup>2</sup> )	% de área	Perímetro (km)	Longitud del cauce	Ancho max de la cuenca (km)	Cota de nacimiento m.s.n.m	Cota de llegada m.s.n.m	Diferencia de nivel	Factor de forma	Coeficiente de compacidad	Índice de alargamiento
50,67	1.844	60.12	39.94	3.22	2041	952	0,03	0.03	2,36	12,40

Fuente: POMCH Río la Vieja, 2006

#### 4.2.1 Localización del Área de Estudio

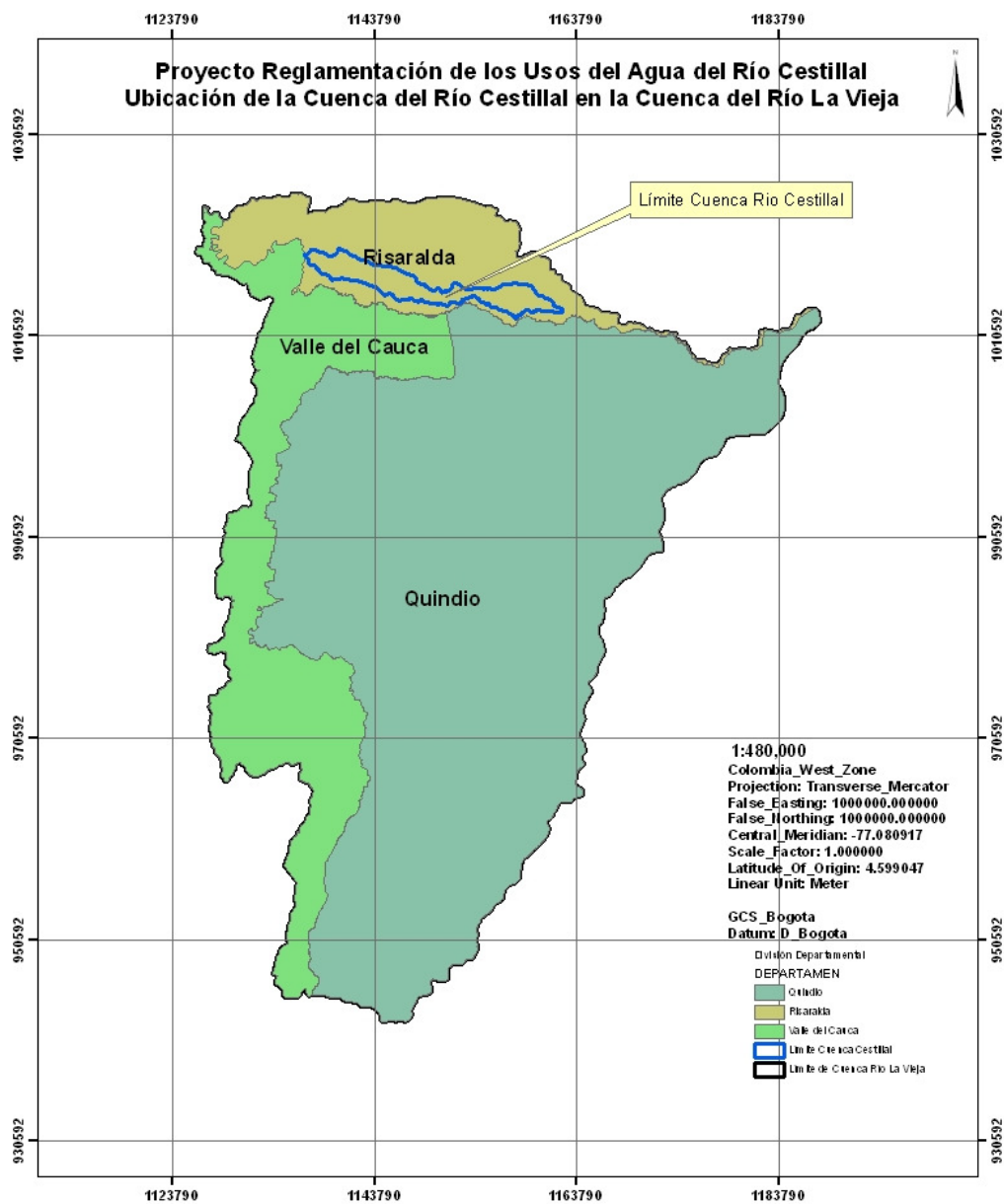
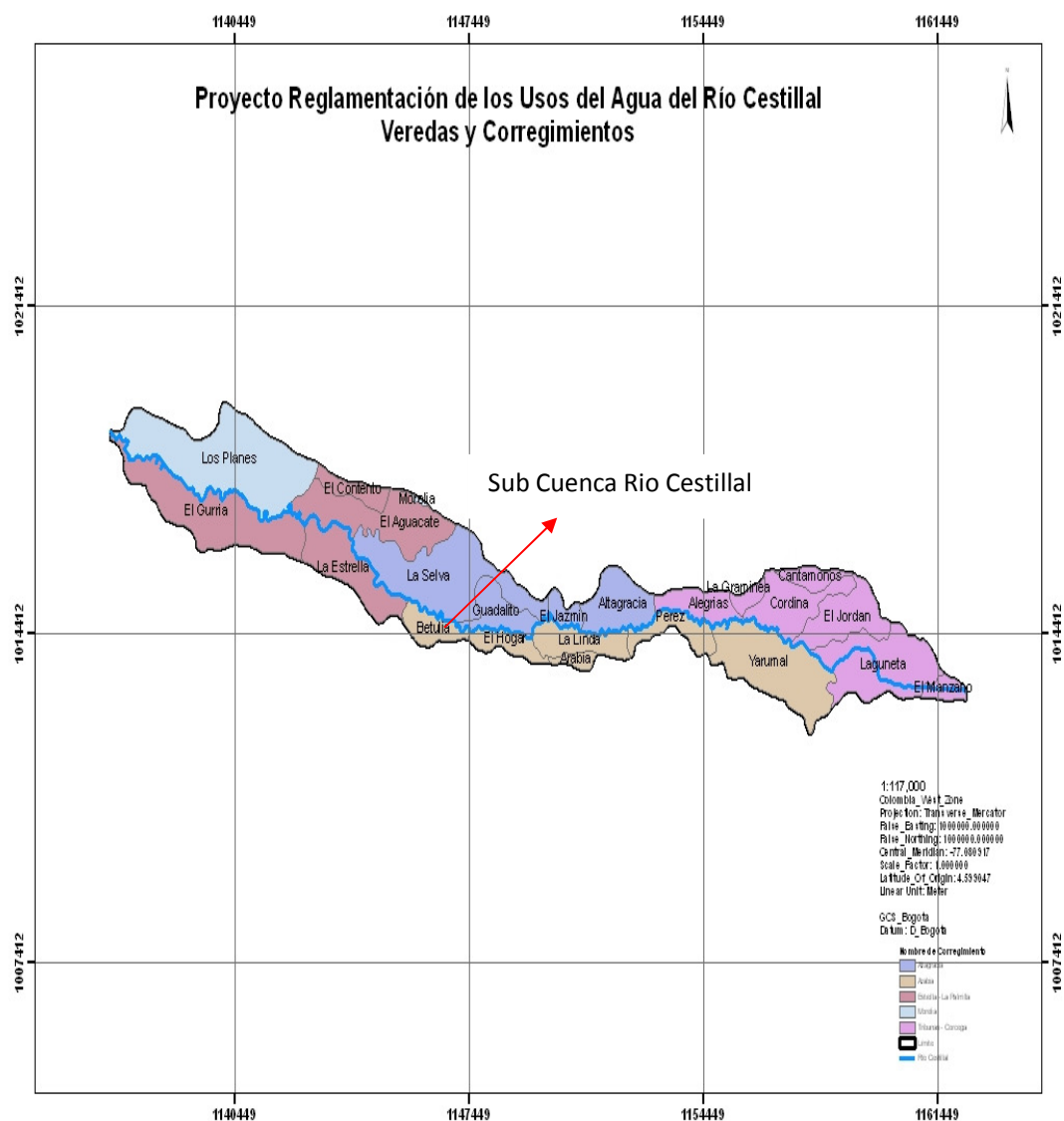


Figura 1 Ubicación de la cuenca del Río Cestillal en la Cuenca del Río La Vieja

Fuente: UTP. Laboratorio SIG, 2009



**Figura 2 Ubicación de las veredas y corregimientos que rodean la Cuenca del Río Cestillal**

**Fuente: UTP. Laboratorio SIG, 2009**



#### 4.2.2 Usos del Suelo del Rio Cestillal

Los usos del suelo en la cuenca del rio Cestillal se describen a continuación:

**Cuenca alta:** el uso del suelo que predomina en el nacimiento del Rio Cestillal es la actividad ganadera extensiva y bosque secundario. En el tramo donde inicia el nacimiento de este rio se localizan una gran cantidad de humedales que se encuentran cercados para protección de esta fuente hídrica.

A lo largo de las veredas el Manzano, Yarumal y Pérez Alto los usos que se empiezan a dar son pastos manejados, rastrojos, guadua y forestales. Este último sobresale en la zona ya que los monocultivos de eucalipto y pino son para fines comerciales.

**Cuenca media:** la cuenca media del Rio Cestillal está rodeada de las veredas Alegrías, Altagracia, El Jazmín, Guadualito, El Estanquillo, Pérez, Arabia, La Linda, El Hogar, Betulia, La Selva y el Contento; en esta zona sobresale la gran variedad de usos del suelo como pasto manejado, café combinado, guadua, yuca, café-plátano, pastos con rastrojo, plátano, rastrojo y galpones. (Valbuena, 2000)

**Cuenca baja:** En la zona baja de la cuenca, se distingue el gran número de hectáreas de tierra dedicadas al uso de pastos manejados, ganadería extensiva, cultivos de cítricos, maíz, yuca, mango y piña. Además se observa un bosque secundario que rodea el cauce del Rio Cestillal y La Vieja. Las veredas que se localizan en la cuenca baja son: Los Planes, El Gurrio, El Aguacate y La Estrella.

#### 4.2.2.1 Fotografías de los usos del suelo de la Cuenca del Rio Cestillal



**Fotografía 1 y 2 Usos del suelo en la cuenca alta del Río Cestillal**



**Fotografía 3 y 4 usos del suelo en la cuenca media del Río Cestillal**



**Fotografía 5 y 6 Usos del suelo en la cuenca baja del Río Cestillal**

### 4.3 Conceptualización

#### 4.3.1 Fundamentos teóricos de la gestión ambiental del recurso hídrico.

La escasez de agua, el uso y manejo inadecuado de los recursos hídricos a nivel mundial, nacional y regional, constituye uno de los factores limitantes para el desarrollo, debido a que el agua es un elemento trascendental para el desarrollo sostenible a nivel mundial. El cultivo de alimentos, la producción de energía, el fomento del crecimiento de los sectores industriales y de servicios, la salud, el bienestar del ser humano, la integridad de los ecosistemas y de los bienes y servicios que estos proporcionan dependen de manera directa de un adecuado manejo y gestión del recurso hídrico. *“De hecho el agua plantea retos de desarrollo propios como las inundaciones, sequías y enfermedades que pueden tener un gran impacto en las comunidades y en las economías nacionales”*. (UNICEF, et al, 2006)

En la región de América Latina y el Caribe el crecimiento poblacional y el desarrollo económico acelerado, constituyen factores de presión sobre los recursos naturales y el ambiente. Asimismo la deforestación, la agricultura intensiva, la contaminación del suelo, aire y agua se constituyen un problema a mediano y largo plazo cuyas consecuencias no se conocen completamente.

Uno de los mayores retos ambientales de la región, es la implementación de la gestión integral del recurso hídrico, debido a que en los últimos años, muchos países han descubierto que el proceso de crear una estrategia o plan de GIRH y de optimización del agua constituye una oportunidad para mejorar maneras de administrar el recurso hídrico. Todo esto con el propósito de avanzar en la consecución de las metas de desarrollo sustentable, enfrentar los retos del desarrollo y lograr un balance entre las prioridades de crecimiento económico, disminución de la pobreza y conservación del recurso.

Sin embargo, *“los enfoques sobre la Gestión Integral del Recurso Hídrico pueden asumirse de diversas formas, algunos países han optado por establecer nuevos planes y estrategias partiendo de cero. Otros han enriquecido planes hídricos o de GIRH existentes o bien, han incorporado el agua en sus actuales estrategias nacionales de desarrollo. Independientemente de su enfoque inicial, tanto en las estrategias como en los planes, se intenta ir más allá de las acciones requeridas para resolver problemas actuales o lograr objetivos inmediatos, proponiéndose la institucionalización de cambios que promoverán una toma de decisiones más estratégica y coordinada en forma permanente”* (UNICEF, 2006. OPUS CIT)

Esta visión ha llevado a varias propuestas de ver la cuenca hidrográfica como la unidad territorial más adecuada para la gestión integrada de los recursos hídricos. Actualmente en Colombia se han elaborado modelos de gestión para el manejo integrado del agua y así mismo se ha elaborado guías técnico científica para la ordenación de las cuencas hidrográficas; todo esto como resultado del interés tanto en las leyes de agua, así como nuevas propuestas legislativas y en la modificación de leyes existentes con la intencionalidad de

fortalecer y complementar la capacidad de gestión de las autoridades nacionales, corporaciones autónomas regionales y entes territoriales, mediante la creación de estructuras participativas y multisectoriales de coordinación y concertación en el ámbito de cuencas. De este modo, *“se podría asegurar la participación cada vez mayor de actores nuevos, locales o antes ignorados, en la toma de decisiones sobre aspectos importantes de gestión del agua en sus cuencas y se tendería a desarrollar acciones de gestión ambiental”*. (Dourojeanni, et al, 2002)

El –IDEAM-, (2001) en su estudio Nacional del Agua muestra resultados relacionados con la estimación del índice de presión de la demanda sobre oferta en grandes sistemas hidrográficos, para unas condiciones hidrológicas de año seco, con su respectiva distribución mensual. En ellos se evidencia que, para condiciones hidrológicas de año medio, la presión alta por demanda del recurso se localiza en la zona Andina, con énfasis en la parte alta y media de las cuencas Magdalena y Cauca, en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Santander, así como en las del Caribe colombiano. Para las zonas hidrográficas del Pacífico, Orinoco y Amazonas, el índice de presión se presenta dentro de las categorías media a mínima. Esto se explica por la demanda poco significativa en estas regiones y además, porque allí están las cuencas con los mayores rendimientos hídricos del país.

Asimismo el estudio proyecta los índices de escasez para los 14 municipios del departamento de Risaralda para una condición hidrológica de año medio, revelando que los municipios de Dosquebradas y La Virginia se ubican dentro de la categoría de índice de escasez medio-alto.

En vista de que la proyección para 2015 y 2025 de la oferta de agua para abastecimiento se hizo disminuyéndole un 2% anual y para la demanda, incrementándole un 3% anual, el índice de escasez (presión de la demanda sobre la oferta) muestra una tendencia de ascenso paulatino, lo que hace prever que en el futuro la disponibilidad de agua llevará a una situación delicada de abastecimiento.

Esto indica que el índice de escasez en el ámbito municipal presenta para los años 2000, 2015 y 2025 un incremento considerable de municipios en el grupo de los índices altos. Esto muestra también que los 1.7 millones de colombianos clasificados dentro de esta categoría en el 2000 se elevarán a 13.8 millones en el 2015 y podrían alcanzar los 17.5 millones en el 2025, o sea, el 30% de la población total del país proyectada para ese año. En los niveles de escasez medio alto y medio; en el que se encuentra el departamento de Risaralda; la progresión es similar, mostrando que la presión de la demanda sobre la oferta es cada vez más significativa y que en estas tres categorías estaría comprometida más del 55% de la población colombiana. (IDEAM, 2001)

De las cabeceras municipales, la situación para los índices medios altos en el 2000 afecta a 48 cabeceras, en 2015 a 101, en tanto que en 2025 la proyección es de 138 cabeceras, que corresponden a 13% del total de los municipios del país; de este valor, 70% pertenece a la zona Andina.

En este sentido, este estudio hace un acercamiento a la situación de los recursos hídricos en Colombia que demuestra los posibles agravamientos de las condiciones de abastecimiento de agua en los diferentes municipios del país y como muchos de los sistemas hídricos que actualmente abastecen a la población evidencian una vulnerabilidad alta para mantener su disponibilidad de agua. Según los estimativos generales del estudio, para condiciones hidrológicas medias cerca del 50% de la población de las áreas urbanas municipales están expuestas a sufrir problemas de abastecimiento de agua a causa de las condiciones de disponibilidad, regulación y presión que existen sobre los sistemas hídricos que las atienden. Esta situación se hace aún más crítica cuando las condiciones son las de un año seco, periodo durante el cual esta cifra puede llegar hasta el 80%.

Puesto que más del 80% de las cabeceras municipales se abastece de fuentes pequeñas –arroyos, quebradas, riachuelos con bajas condiciones de regulación y alta vulnerabilidad–, que no garantizan una disponibilidad adecuada, es imprescindible conocer en profundidad el estado y la dinámica de estos sistemas para ordenar su uso y realizar un manejo sostenible del recurso.

*“Por esta razón, es preciso evaluar la disponibilidad real de agua en los sistemas hídricos del país y en particular, en las pequeñas fuentes que abastecen a la población, así como también racionalizar el uso del recurso, partiendo para ello desde las más pequeñas cuencas hidrográficas municipales hasta las de mayor tamaño. Esto permitiría conocer la disponibilidad real de las cuencas”.* (IDEAM, 2001. OPUS CIT)

Es así como este estudio ratifica la necesidad que tiene el país de ordenar el uso de los recursos naturales de manera sostenible, así como proteger y manejar en forma integral las cuencas hidrográficas a partir de los procesos naturales, en particular, de los hidrológicos y de oferta de agua superficial y subterránea. *“El agotamiento del recurso hídrico es un problema ambiental considerable en nuestro país, por lo que se hace un llamado a las autoridades ambientales de nivel nacional, regional y local a establecer lineamientos de política y regulación para el manejo integral del agua y de esta forma integrar la gestión del recurso hídrico en la planificación del uso de la tierra y el ordenamiento territorial, permitiendo evaluar de manera integral y equitativa, la distribución y manejo del agua en todo el ciclo hidrológico, trascendiendo, en algunos casos, las fronteras político administrativas, a nivel municipal, departamental y aún global”* (Corantioquia, 2008)

Si en el país no se toman decisiones importantes sobre conservación, ordenamiento y manejo de los recursos naturales, las proyecciones futuras de la situación de índice de escasez y vulnerabilidad para los años 2015 y 2025 indica que algunas regiones afrontaran serias dificultades para el abastecimiento de agua a la población y para otras actividades.

*“El ordenamiento jurídico ambiental de Colombia; establece instrumentos regulatorios, económicos y de planificación para que las autoridades ambientales regionales realicen planes, programas, y proyectos sobre el recurso hídrico, entre los que encontramos: i) Planes de Ordenación y Manejo*

*de las Cuencas - POMCA, ii) La Reglamentación de Corrientes y fuentes de Agua, iii) declaración de zonas de páramo, humedales, nacimientos de agua, como áreas de manejo especial, iv) asignación del uso del agua a través permisos y concesiones, así como también, v) Tasas por la Utilización del Agua y las retributivas por vertimientos puntuales*

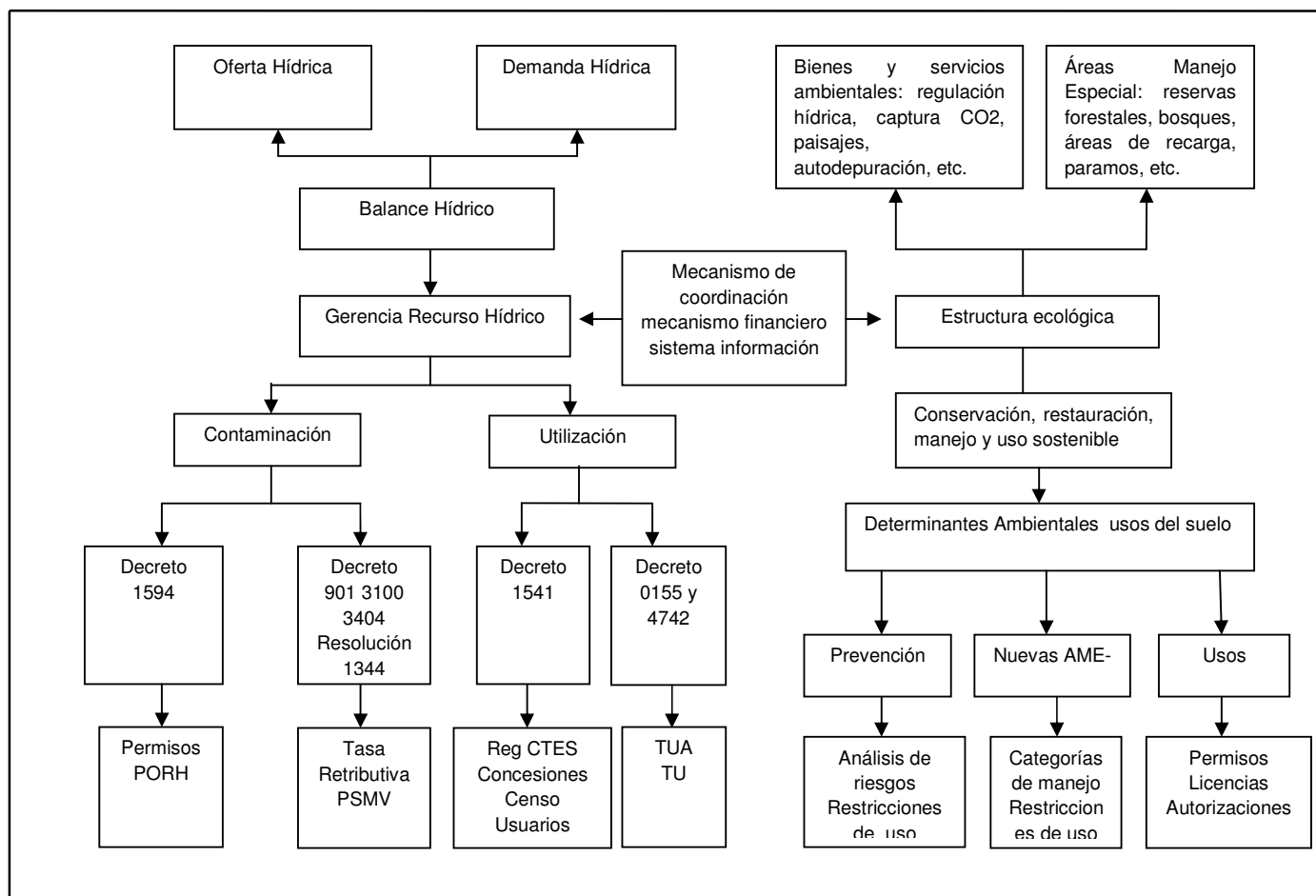
*En uso de los anteriores instrumentos, las Autoridades Ambientales deben dar cumplida y oportuna aplicación a las funciones que le corresponden con el tema del recurso hídrico, integrado y armonizado a los demás recursos naturales de tal manera que genere un impacto positivo en el medio ambiente y que se logre que otros actores con responsabilidades y competencias en alguno de estos componentes, asuman las funciones que les corresponda como lo establece la ley” (Corantioquia, 2008. OPUS CIT)*

#### **4.3.2 Los planes de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas como instrumentos articuladores de la administración del recurso hídrico**

La regulación del ordenamiento de la cuenca esta soportado en el Decreto 1729 de 2002, donde se define que el uso y manejo de los recursos disponibles en las cuencas debe orientarse y regularse de manera tal que las actividades de los usuarios se realicen de manera que se consiga mantener o restablecer un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico de tales recursos y la preservación físico-biótica de la cuenca, y particularmente del recurso hídrico. El ordenamiento así concebido, constituye una herramienta para programar la ejecución de proyectos específicos tendientes a su recuperación.

*“El objetivo del ordenamiento de cuencas debe apuntar a la recuperación integral de las mismas, dando prioridad a la conservación del recurso hídrico mediante acciones concretas que hagan operativo el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), en cada una de los municipios donde se aplique, identificando las problemáticas y potencialidades físicas, geológicas, hidrológicas, hidráulicas, socio-culturales y económicas presentes en cada caso”. (MVDT, 2005)*

En este sentido, Corantioquia (2008), propone que los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas deben estar relacionados con los instrumentos disponibles en la normatividad vigente. Esta integralidad debe verse representada en la adecuada utilización y articulación de los instrumentos disponibles para la gestión ambiental de la cuenca, este trabajo debe soportarse como mínimo en tres estrategias centrales: *a) conservación, rehabilitación, restauración, manejo y uso sostenible de la base natural; b) gerencia o gestión integral del recurso hídrico; y c) coordinación y fortalecimiento institucional.* La Figura 1 muestra algunos de los instrumentos de planificación, regulatorios y económico disponibles, los cuales son herramientas que permite adelantar las diferentes actividades asociadas a la GARH y dotan al POMCA de fuerza para que el plan pueda formularse e implementarse haciendo uso de todos y cada uno de los instrumentos de manera integrada.



**Figura 3 Plan de Ordenación y Manejo de cuencas hidrográficas y su relación con los instrumentos disponibles en la normatividad vigente.**

**Fuente:** Corantioquia, 2008.

La estrategia que se plantea en la grafica 1; relacionada con la conservación, restauración, manejo y usos sostenible de los ecosistemas o estructura ecológica, se reconoce como el eje estructural de ordenamiento territorial el cual *contiene “un sistema espacial, estructural y funcionalmente interrelacionado, que define un corredor ambiental de sustentación, de gran importancia para el mantenimiento del equilibrio ecosistémico del territorio (cuenca hidrográfica)”* (Corantioquia, 2008)

Es decir, lo que se pretende al momento de la ordenación de una cuenca es adelantar proceso de identificación de áreas de conservación, recuperación y protección para así, asegurar el equilibrio de los procesos ecosistémicos que rodean la cuenca, convirtiendo la estructura ecológica como una categoría de ordenamiento del territorio.

Por tanto el proceso de ordenación y manejo de una cuenca, no se refiere únicamente al ordenamiento del uso y manejo de los recursos disponibles en

las cuencas, sino que además debe definir y/o establecer las determinantes ambientales para los usos del suelo (Ley 388 de 1997), concurriendo de esta forma un claro vínculo entre los instrumentos disponibles para la gestión ambiental con aquellos previstos para el desarrollo territorial.

En razón a lo anterior, el ordenamiento de una cuenca va a permitir hacer un aprovechamiento sostenible para obtener y mejorar el bienestar humano; con una buena gestión del recurso se logrará garantizar suficiente cantidad y calidad de agua para el futuro. Por este motivo, el proceso de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica debe ser liderado por actores públicos privados, institucionales, entidades territoriales, empresas de servicios públicos como los entes territoriales y las CAR, que deberán liderar el proceso de gestión y ofrecer espacios y mecanismos adecuados para la participación informada y activa de los actores de la sociedad civil. Todos los actores juegan un papel fundamental en las distintas etapa del ciclo, *“como usuarios beneficiarios del recurso hídrico como demandantes de políticas ambientales claras y de sistemas de gestión dinámicos y sostenibles”* (MVDT, 2005)

### **4.3.3 Generalidades de la Reglamentación de Corrientes de agua**

#### **4.3.3.1 Definición de la Reglamentación de Corrientes de agua**

La reglamentación de corrientes de agua se define como un instrumento que permite planificar el acceso al uso del agua por parte de todos los usuarios en una cuenca; al tener la reglamentación como un instrumento de gestión del recurso hídrico es necesario tener una planeación a nivel subcuenca la cual consta de evaluar la disponibilidad del recurso hídrico y las posibilidades de satisfacer las demandas para los diversos usos.

La reglamentación del uso del agua es uno de los elementos contemplados en la legislación colombiana para el desarrollo integrado de cuencas y la gestión eficiente del recurso hídrico, lo cual implica su ordenación y manejo territorial bajo los criterios o directrices de desarrollo sostenible, protección de la biodiversidad e integridad del ambiente, manejo global ambiental y mejoramiento de la calidad de vida de la población.

El concepto de reglamentación de corrientes de agua se define entonces, a partir del decreto 1541 de 1978, como la aplicación de un conjunto de acciones de orden técnico y jurídico, dentro del marco legal vigente, destinadas a obtener una mejor distribución del agua teniendo en cuenta las condiciones actuales y futuras de su uso y las características biofísicas, sociales y económicas de su zona de influencia.

En este sentido, la reglamentación de corrientes se hace con el fin de alcanzar una eficiente administración del uso del agua; logrando disminuir los controles de uso de agua de numerosas concesiones y concentrar esfuerzos de control y vigilancia únicamente en las captaciones principales de las corrientes reglamentadas.



La reglamentación como instrumento de gestión del recurso hídrico, requiere evaluar su disponibilidad y las posibilidades de satisfacer las demandas para los diferentes usos del agua. De esta manera, al realizar la reglamentación de corrientes de agua es necesario entender que la oferta y la demanda hídrica son una estrategia fundamental dentro de la reglamentación.

#### **4.3.3.2 La reglamentación de corrientes de agua como instrumento de gestión**

Según el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (2005), *“Los instrumentos de gestión son las herramientas que permiten adelantar las diferentes actividades asociadas con la Gestión Ambiental del Recurso Hídrico; en este sentido, los instrumentos de gestión deben ser dinámicos y ágiles, su aplicabilidad depende de la medida en que exista voluntad política y compromiso de los diversos actores al momento de usarlos en forma operativa y técnica”*.<sup>1</sup>

Existen diversos instrumentos de gestión necesarios para llevar a cabo un modelo de Gestión Ambiental del Recurso hídrico; dentro de estos instrumentos se ubican los **regulatorios** el cual está conformado por concesiones de agua, ordenamiento de cuencas, regulación de vertimientos y reglamentación de corrientes siendo esta última de mayor interés para este estudio.

En razón a lo anterior se indica que la reglamentación de corrientes de agua es uno de los instrumentos prioritarios que deben realizar las Corporaciones Autónomas Regionales en sus departamentos de Gestión Integral del Recurso Hídrico debido a que presta la función de planificar el acceso al uso del agua por parte todos los usuarios de una cuenca.

Según el MVDT (2005) El buen o mal manejo del proceso de reglamentación *“tendrá efectos muy importantes en el desarrollo de la respectiva cuenca. Tales efectos serán positivos en la medida en que la reglamentación haya sido adecuada, o negativos en caso de que se haya producido sin atender a la concepción global de la gestión del recurso hídrico”*.

Por lo anterior, en el contexto del departamento de Risaralda la Corporación Autónoma Regional de Risaralda en su trabajo cotidiano de la gestión del recurso hídrico se enfrenta a solucionar conflictos entre usuarios del recurso hídrico sin estudios previos que garanticen la viabilidad de emplear instrumentos que ayudan a la prevención de estos. Muchas veces la corporación se ha enfrentado a otorgar concesiones atendiendo únicamente a situaciones puntuales y algunas veces en contra y/o desconociendo la oferta hídrica disponible y las proyecciones de desarrollo regional, lo cual se evidencia en muchos casos con el incremento en los conflictos entre usuarios por el acceso al recurso. Siendo esta situación reflejada en las cuencas del río

---

<sup>1</sup> MAVDT. *Modelo de Gestión para el Manejo Integral del Agua*. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico y Ambiente. Bogotá, 2005.

Cestillal y Barbas en la cual los niveles de demanda hídrica han sido mayores que la oferta, enfrentándose a un déficit de agua en algunos meses del año.

Teniendo en cuenta lo anterior, es de gran importancia, atender al procedimiento y llevar a cabo acciones administrativas para la reglamentación de corrientes, como un mecanismo fundamental en la gestión del recurso hídrico.

#### 4.4 Aspectos Político-Legales

En Colombia existe un marco de política referido específicamente al tema de reglamentación de corrientes de agua. Del mismo modo, existe una serie de leyes, decretos y resoluciones nacionales y regionales, que de cierta manera hablan sobre el tema de reglamentación de corrientes de agua y ordenamiento de cuencas hidrográficas como uno de los mecanismos útiles en la búsqueda de la Gestión Integral del Recurso Hídrico. En este sentido resulta importante conocer el marco general de las políticas existentes para tener claridad sobre las líneas estratégicas que enmarcan la ejecución de este proyecto

**Tabla 2 Marco de política básico sobre la Gestión Integral del Recurso Hídrico**

NORMA		DESCRIPTOR	APLICACIÓN
DERECHO INTERNACIONAL AMBIENTAL	<p>Foro Mundial del Agua (FMA)</p> <p>1. Marrakech, Marruecos (1997) 2. La Haya, Holanda (2000) 3. Kioto, Osaka y Siga, Japón (2003)</p>	<p>Iniciativa y organización del Consejo Mundial del Agua, de la cual hacen parte: Agencias Internacionales, Prensa, Gobiernos, Organizaciones No-Gubernamentales, Instituciones Académicas y Entidades Privadas.</p>	<p>Busca analizar los temas más relevantes en la agenda del agua alrededor del mundo y se intenta buscar soluciones conjuntas de cooperación internacional.</p>
	<p>Objetivos de Desarrollo del Milenio (2000)</p>	<p>El suministro de agua, el saneamiento y la gestión de los recursos hídricos, de hecho, son importantes para todo el mundo, y como tales, forman parte de los objetivos del milenio. Lo que responsabiliza a los jefes de estado y gobiernos.</p>	<p><b>Objetivo 7: Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente</b></p> <p><b>Metas universales a 2015:</b> Reducir a la mitad para el año 2015 el porcentaje de personas que carezcan de acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento.</p> <p><b>Metas Colombianas a 2015:</b> Incorporar 2,3 millones de habitantes a una solución de abastecimiento de agua y 1,9 millones de habitantes a una solución de saneamiento básico,</p>

			incluyendo soluciones alternativas para las zonas rurales, con proporciones estimadas del 50% de la población rural dispersa.
	Cumbre Mundial de Desarrollo Sostenible Johannesburgo (2002)	Lanza importantes iniciativas para promover los enfoques integrales en el manejo de los recursos hídricos y de sus cuencas. <i>Ejemplo de ello: el Porta del Agua: Agua, de las Montañas a los Océanos y, Agua Dulce y Agua costeras.</i>	Reafirma el objetivo del milenio de promover agua potable a medio billón más de personas para el año 2015 y añade un objetivo similar para saneamiento, en el que los países se comprometieron a proveer de acceso a un servicio de saneamiento a 1,2 billones de personas más en el mismo periodo.
	Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe, Ciudad de Panamá (2003)	<p>Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible. (ILAC)</p> <p>Identifica a la gestión de recursos hídricos como la meta ordenadora # 2, (i) suministro de Agua y (ii) Manejo de Cuencas</p>	<p>Implementación de esquemas de manejo integrales que tomen en cuenta el gasto ecológico necesario para mantener los bosques, humedales y sistemas lagunares y estuarios costeros, además de buscar la manera de contabilizar los servicios ambientales que estos ecosistemas nos proporcionan, por medio de instrumentos económicos adecuados, de tal forma que se aprecie más el valor de mantener la salud de estos ecosistemas.</p> <p>Apoyar la gobernabilidad del agua en la región de modo que sea: participativa, eficiente, equitativa, eficaz, abierta, transparente, responsable, coherente, integral, ética y sostenible. En un diseño institucional y en un marco legal que permita la gobernabilidad de cuencas compartidas.</p> <p>Gestión integral del recurso hídrico tomando en cuenta los usos múltiples por los diferentes sectores productivos.</p>
<b>DERECHO CONSTITUCIONAL AMBIENTAL COLOMBIANO</b>	Constitución Política de Colombia (1991)	En ella se definen las líneas generales de la pluralidad y la participación como principios básicos para la gestión pública y por tanto para la ordenación	Da los principios constitucionales y de ley a la planificación acorde a la protección del patrimonio natural, estableciendo bajo este modelo los principios de un

		y administración del territorio. En sus artículos 79 y 80 establece el derecho a un ambiente sano y la responsabilidad del estado en la planificación, protección y control de los recursos naturales en procura del desarrollo sostenible.	desarrollo sostenible.
<b>L E Y E S</b>	<b>9 de 1979</b> Código Sanitario Nacional	Establece las normas generales que servirán de base a las disposiciones y reglamentaciones necesarias para preservar, restaurar y mejorar las condiciones sanitarias necesarias para asegurar el bienestar y la salud humana.	Establece los procedimientos y las medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de las descargas de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del ambiente.
	<b>99 DE 1993</b> Crea el Ministerio del Medio Ambiente y organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA)	Política Ambiental Colombiana, orientada por los principios universales de desarrollo sostenible.  La Administración del Medio Ambiente y los recursos naturales renovables están en todo el territorio colombiano bajo el manejo de la Corporaciones Autónomas regionales -CAR'S	Proteger y aprovechar de forma sostenible la biodiversidad el patrimonio natural y de interés de la humanidad.  Se establecen las áreas de protección especial (páramos, subpáramos, nacimientos de agua y zonas de recarga de acuíferos.  El uso del recurso hídrico para consumo humano tiene prioridad sobre cualquier otro uso.  Se dio el primer paso hacia el establecimiento de tasas retributivas y compensatorias entre ellas las tasas por utilización de aguas, la cual hace énfasis en que todo proyecto o persona que demande recursos hídricos de una cuenca hidrográfica debe invertir el 1% en obras para preservar el patrimonio natural.
	<b>142 DE 1994</b> Establece el régimen de los servicios públicos	Determina la necesidad de formular tarifas para servicios de alcantarillado que cubran el tratamiento de los residuos y garanticen la protección de las	Prestación directa de servicios por parte de los municipios. Los municipios prestarán directamente los servicios públicos de su competencia,

	domiciliarios	fuentes.	cuando las características técnicas y económicas del servicio, y las conveniencias generales lo permitan y aconsejen.
	<b>373 DE 1997.</b> Programa para el Uso Eficiente y Ahorro de Agua	Todo Plan Ambiental Regional y Municipal debe incorporar y/o establecer obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua.	En nuestro caso el acueducto Tribunas Córcega es la empresa encargada de prestar el servicio de acueducto, siendo el principal usuario del Río Barbas. Este programa debe contener un diagnóstico de la oferta y demanda hídrica, al igual que proyectos y acciones que materialicen el programa.
	<b>388 DE 1997.</b> Desarrollo Territorial	Establece mecanismos que permite al ente territorial promover el ordenamiento de su territorio dándole un uso racional y equitativo.	El agua es el recurso natural del cual depende el desarrollo regional, por lo tanto es considerado un elemento estructurante en la formulación de los Planes de Ordenamiento Territorial –POT el cual, debe incorporar elementos relacionados con la conservación y protección del medio ambiente en el que se incluye la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas
<b>DECRETO</b>	<b>1729 DE 2002.</b> Plan de Ordenación y manejo de cuencas hidrográficas	Orienta el uso y manejo sostenible de los recursos naturales, de manera que se consiga mantener un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico y la conservación de la estructura físico – biótica de la cuenca.	La ordenación de cuencas hidrográficas, entendida esta como la planificación del uso y manejo sostenible de los recursos naturales renovables, se encuentra en orden de jerarquías por encima de los POT's dando mayor responsabilidad a ésta.
	<b>2811 DE 1974</b> Condigo Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.	Define normas generales de política ambiental y detalla los medios para el desarrollo de la política ambiental.	Asigna responsabilidades para ejecución de obras de infraestructura y desarrollo, conservación y ordenamiento de cuencas, control y sanciones, concesiones y uso del agua, tasas, incentivos y pago, medición de usos, uso eficiente del agua.
	<b>1541 DE 1978</b> Reglamentación	Reglamenta los usos del agua, define procedimientos para	Este decreto establece el procedimiento que se debe llevar

	de Corrientes de agua.	obtención de permisos de vertimientos, obliga al pago de tasas retributivas, obliga a llevar registros de vertimientos, establece sanciones por infracción de normas. También establece prioridades para la distribución del agua.	a cabo al momento de reglamentar una corriente de agua. El procedimiento lo constituye una resolución ordenatoria, proyecto de distribución, objeciones y resolución de reglamentación.
	<b>155 DE 2004.</b> Tasas por utilización de Aguas.	Permite establecer parámetros que conlleven a la conservación del recurso hídrico en la cuenca por medio del cobro de las tarifas.  Plantea la metodología en la que se fijan las tarifas para los respectivos cobros.	Se busca articular los recaudos destinados a la protección y recuperación del patrimonio natural de acuerdo a los planes de ordenamiento y manejo de la cuenca.
<b>RESOLUCIÓN</b>	<b>0865 DE 2004.</b> Metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales	Establece la relación de oferta y demanda de recursos hídricos en cuencas con escenarios en los cuales se presentan ausencia de datos, con información media y suficiente.  La metodología expuesta en la resolución da la fórmula para hallar demanda y oferta hídrica, con lo cual se establece el índice de escasez.	La metodología se aplica al momento de hallar el índice de escasez del río Cestillal y ayuda analizar los índices de escasez con demandas alta, apreciable y baja.
<b>ACUERDO</b>	<b>006 DE 2008</b>	Acuerdo expedido por la comisión conjunta para la ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del Río la Vieja.	El acuerdo ordena la reglamentación general del uso de las aguas del Río La Vieja y sus corrientes afluentes, que discurren por los departamentos del Quindío, Valle del Cauca y Risaralda. La comisión decidió dar prioridad de reglamentación a los ríos Consotá, Barbas y Cestillal, en el departamento de Risaralda.

**Fuente: Elaboración propia**

## 5. PROCESO METODOLÓGICO

En esta investigación de tipo proyectiva se define el evento de estudio en sus contextos biofísicos, sociales y económicos, dándose a conocer las condiciones actuales y futuras de su uso y las características de su zona de influencia, que conlleva a definir acciones administrativas, al igual que las limitaciones, lineamientos y estrategias para el proceso de reglamentación de agua en el departamento de Risaralda.

El proceso investigativo se desarrolló en tres fases: **I. Comprensión:** incluye la exploración, caracterización, interpretación de los componentes que se deben llevar a cabo al momento de reglamentar una cuenca hidrográfica. **II. Revisión y Análisis:** esta fase hace referencia a la identificación, evaluación y selección de la metodología a utilizar en los cálculos de oferta y demanda en la cuenca de estudio. **III. Prospectiva y Propositiva,** incluye el análisis e identificación del juego de actores y las acciones administrativas a desarrollar en los procesos de reglamentación de agua.

El evento de estudio es la Reglamentación de usos del agua del Rio Cestillal, localizado en el municipio de Pereira; haciendo referencia a la definición y aplicación de un conjunto de acciones de orden técnico y jurídico, dentro del marco legal vigente, destinadas a obtener una mejor distribución del agua, teniendo en cuenta las condiciones actuales y futuras de su uso y las características biofísicas, sociales y económicas de su zona de influencia. (CVC, 2008)

### 5.1 Pasos y guías metodológicas para la implementación de la reglamentación de corrientes de agua

Esta fase corresponde con el desarrollo del objetivo 1, que es “*Establecer los alcances requeridos para la reglamentación de corrientes de agua a nivel departamental*”

**Tabla 3 Desarrollo metodológico del primer objetivo específico**

Objetivo 1: establecer los alcances requeridos para la reglamentación de corrientes de agua a nivel departamental			
Procedimiento	Actividades	Resultado	Herramienta utilizada
Definir una ruta y opciones metodológicas para implementar el instrumento de reglamentación de corrientes de agua	Organización sistemática de la información	Actividades previas y posteriores a la reglamentación de los usos del agua, que lo constituyen 10 pasos en los cuales algunos son requeridos por la normatividad y otros requieren orientaciones	Revisión Bibliográfica

		metodológicas concretas.	
--	--	-----------------------------	--

**Fuente: Elaboración propia**

El primer objetivo de este trabajo consta de establecer los alcances requeridos para la reglamentación de corrientes de agua a nivel departamental, si bien se debe iniciar aclarando que un esquema de gestión integral del recurso hídrico debe partir de conocer que es lo que se desea administrar, esto se conocerá dependiendo de la información suficiente que se tenga, lo que va a permitir cuantificar la oferta disponible y conocer las necesidades de agua de los diferentes usuarios de una cuenca (demanda).

Para atender las situaciones anteriormente descritas, se propone considerar los aspectos de cantidad, calidad y disponibilidad de agua, para implementar estas variables dentro de la administración del recurso hídrico, contándose con diferentes instrumentos en la normatividad vigente, como los de planificación (por ejemplo, el plan de ordenamiento del recurso hídrico del Decreto 1594 de 1984), regulatorios (reglamentación de corrientes, concesiones y permisos de vertimiento), y económicos (Tasas ambientales), que en su integralidad deben permitir el logro de la eficiencia y efectividad en la administración del recurso hídrico (administrar la oferta y controlar la calidad).

Sin embargo, no es suficiente conocer los datos relacionados con los balances hídricos (caudales) en las cuencas, adicionalmente, se debe disponer de información sistematizada sobre el número de usuarios existentes (legales e ilegales) y potenciales del recurso que permita, con base en la disponibilidad neta u oferta hídrica neta, asignar equitativamente el recurso hídrico para los diferentes usos a través de una distribución de caudales para llevar las condiciones de otorgamiento de la oferta hídrica disponible al máximo posible, respetando las condiciones de caudal ecológico.

## **5.2 Identificar y aplicar una metodología para el cálculo de oferta y demanda hídrica**

Para lograr este objetivo se aplicó la metodología de ***transposición de caudales*** en la cuenca del Río Cestillal. Por medio de esta metodología se estimó la oferta hídrica con el fin de conocer el volumen disponible para satisfacer la demanda generada por las actividades sociales y económicas de la zona de estudio. Para determinar la demanda hídrica se realizaron actividades de campo y entrevistas con los principales usuarios del agua del Río Cestillal.



**Tabla 4 Desarrollo metodológico del segundo objetivo específico**

Objetivo 2: aplicar una metodología para determinar la oferta y la demanda actual y futura de recursos hídricos en Risaralda			
Procedimiento	Actividades	Resultado	Herramienta utilizada
Identificar una metodología para calcular la oferta hídrica	Identificación y evaluación de metodologías	La metodología a utilizar es la transposición de caudales	Revisión bibliográfica
	selección de la metodología		
Estimar la oferta hídrica por medio de la metodología de transposición de caudales	Identificar las estaciones hidroclimatológicas presentes dentro de la cuenca del rio la vieja.	Registro de precipitación media mes a mes.	Recolección de información en las entidades de CRQ, CENICAFE, IDEAM y CVC.
	Recolectar registros pluviométricos de las estaciones que tienen influencia sobre el área de estudio	Trasladar los caudales confiables de la estación de Cartago a los diferentes puntos de la subcuenca.	
	Transposición de caudales		Metodología transposición de caudales $Q_i = \frac{A_i}{A_T} * \frac{P_i}{P_T} * Q_T$
	Crear mapa de la Cuenca del Rio Cestillal	Áreas de los polígonos de la estaciones hidroclimatológica s que se encuentran dentro de Rio Cestillal	Software Arcview 3.2
	Crear polígonos de thiessen		
	Salidas de campo para reconocer la red hídrica principal y sus tributarios para establecer los diferentes puntos de control y estimar la disponibilidad hídrica	Curvas de duración de caudales en cada punto de control	Revisión documental y Cartografía digital

	Calcular la oferta hídrica para cada punto de control		Excel
	Establecer el caudal ecológico	Conocer el caudal necesario para el sostenimiento del ecosistemas en cada uno de los puntos de control	-Series históricas de caudales -Metodología hidrológica basada en el comportamiento de los caudales en los sitios de interés.
Determinación de la demanda hídrica	Revisar la base de concesiones de agua vigentes para la zona de estudio	Conocer el número de usuarios legales dentro de la cuenca y el caudal concesionado.	Consulta a la base de datos de la CARDER
	Conocer los usuarios legales y no legales del Río Cestillal	Malla de actores	Entrevistas
	Aforar antes y después de las bocatomas de	Conocer cuánto caudal esta captado el usuario	Molinete, gps, cámara fotográfica, formatos de campo
	Visita a prestadores del servicio para recolectar información técnica, operativa e institucional	Conocer si cumplen con la normatividad ambiental	Matriz de evaluación
Estimar Índice de Escasez	Calcular índice de escasez a través de la formula: $I_e = \frac{D}{Q_n} \times 100\%$	Escala de valoración de índice de escasez para cada punto de control de la cuenca del Río Cestillal.	Metodología IDEAM resolución 0865 de 2005

**Fuente: Elaboración propia**

### 5.3 Definición de estrategias, actividades responsabilidades y recursos para garantizar una adecuada disponibilidad del recurso hídrico

En este punto se pasó hacer una propuesta de acciones administrativas la cual consintió en proponer principalmente seis estrategias la cuales son: 1) Fortalecimiento técnico, operativo, comercial, institucional y financiero de los operadores del servicio de agua potable, 2) Legalización de la totalidad de los usuarios que se benefician de manera directa de la oferta hídrica, 3) Gestionar o vigilar planes de uso eficiente del agua, 4) Educar y Comunicar, 5) Seguimiento y evaluación por parte de las autoridades ambientales y 6) Protección de ecosistemas.

A cada una de estas estrategias le fue asignado un plan de acción que permite esquematizar en orden temporal y lógico las actividades requeridas para llevar a cabo cada estrategia.

**Tabla 5 Desarrollo metodológico del tercer objetivo específico**

Objetivo 3: Proponer las acciones administrativas requeridas para garantizar una adecuada disponibilidad del recurso entre los diferentes usuarios del agua			
Procedimiento	Actividades	Resultado	Herramienta utilizada
Definir estrategias	definir el marco de actuación y los procesos de coordinación institucionales, territoriales, sociales y gremiales	Estrategias	Consulta bibliográfica y análisis de las áreas estratégicas críticas
	Identificar debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas	Limitaciones potencialidades y estrategias para la reglamentación de corrientes de agua	Matriz de ventajas, oportunidades, dificultades y limitaciones
	Definir estrategias que ayuden al fortalecimiento técnico, operativo, comercial, institucional y financiero a los principales usuarios del agua.	Estrategias	Consulta bibliográfica, trabajo de campo, entrevistas a los usuarios del agua

Definir actividades, plazos, indicadores, responsables y recursos necesarios.	Identificar recursos de financiamiento para la reglamentación	Plan de acción	Indicadores de evaluación y cumplimiento
	Mecanismos de control y vigilancia		Consulta bibliográfica

**Fuente: Elaboración propia**

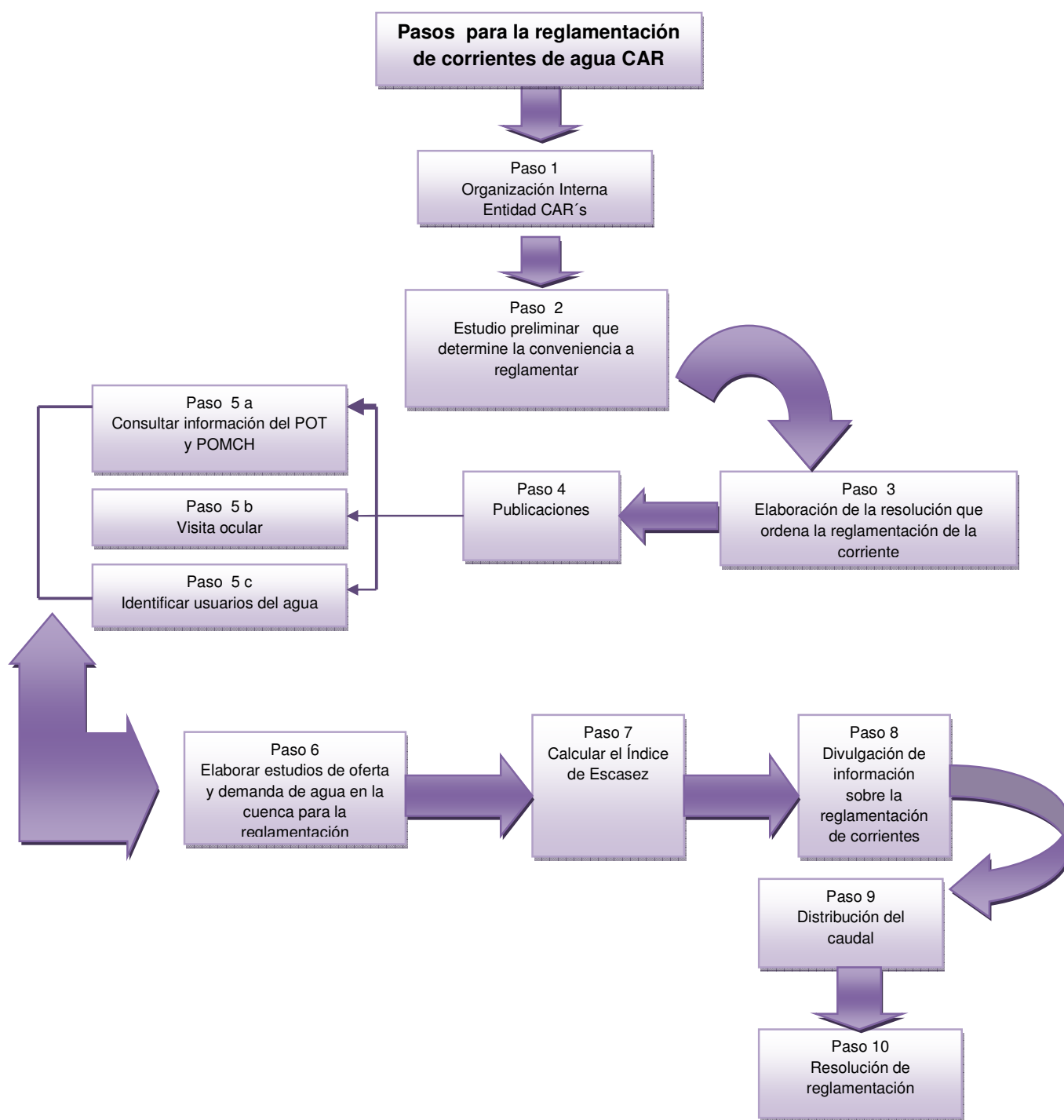
## 6. RESULTADOS

### 6.1 Pasos y guías metodológicas para la implementación de la reglamentación de corrientes de agua

En esta parte del documento se plantea una ruta y opciones metodológicas para implementar el instrumento de reglamentación de corrientes de agua que sirve como apoyo a la Corporación Autónoma de Risaralda de acuerdo con la normatividad vigente a la fecha. La ruta contiene los pasos que se encuentran explícitamente contenidos en el Decreto 1541 de 1978, así como otros pasos considerados como necesarios para la adecuada implementación del instrumento.

En este trabajo se van a mostrar diferentes fases enfocándose en la definición de oferta y demanda del recurso, la verificación de los diversos usos y su cuantificación, vertimientos y georreferenciación de esta información y propuestas de distribución del recurso.

La implementación se divide en dos etapas: Actividades previas y posteriores a la reglamentación de los usos del agua. Se presenta inicialmente un grafico que ilustra la ruta crítica (Figura 4), los pasos requeridos por la normatividad y los pasos en que se requieren orientaciones metodológicas concretas.



**Figura 4 Proceso metodológico para la reglamentación de corrientes de agua**

**Fuente:** Elaboración propia

## **Paso 1: Organización Interna de la Entidad**

En este primer paso, la Corporación Autónoma Regional deberá asignar las dependencias responsables de la realización de cada paso contenido en la ruta crítica. Del mismo modo, deberá evaluar si cuenta con los recursos humanos, técnicos y financieros para la ejecución de cada uno de los pasos.

El personal responsable debe diseñar un cronograma general de las actividades que deberán llevar a cabo para la implementación del proceso de reglamentación de corrientes de agua. Se recomienda a la corporación identificar un coordinador de todo el proceso de reglamentación de corrientes de agua, entre sus funciones a desempeñar está revisar el cumplimiento del cronograma y facilitar la interacción con dependencias como la oficina asesora jurídica, dirección técnica ambiental y secretaria general.

## **Paso 2: Estudio preliminar que determine la conveniencia a reglamentar**

Con el fin de obtener una mejor distribución de las aguas de cada corriente o derivación de acuerdo con lo previsto en los artículos 156 y 157 del Decreto – Ley 2811 de 1974, se reglamentará cuando se estime conveniente, de oficio o de petición de parte, el aprovechamiento de cualquier corriente o depósito de aguas públicas, así como las derivaciones que beneficien varios predios<sup>2</sup>. Para ello se adelantará un estudio preliminar con el fin de determinar la conveniencia de la reglamentación, teniendo en cuenta el reparto actual, necesidades de los predios que las utilizan y las de aquellos que puedan apárovecharlas<sup>3</sup>.

En síntesis el estudio preliminar define si es o no conveniente la reglamentación. Si no es conveniente la reglamentación se dará fin al procedimiento; pero si es conveniente se deberá abrir un expediente y remitir la documentación a la oficina asesora jurídica que ordena la reglamentación.

El paso 2 es sugerido a las CAR que no han implementado ninguna reglamentación y desean tener una orientación acerca de las corrientes que se deben reglamentar. Por lo tanto este paso sólo es necesario para las entidades que no cuentan con los recursos ni la capacidad suficiente para llevar a cabo un proceso de reglamentación.

El índice de escasez del recurso hídrico constituye la principal herramienta para evaluar si el recurso hídrico es suficiente o deficitario. Por lo anterior esta situación obliga a las autoridades ambientales a realizar ejercicios de priorización que permitan orientar y seleccionar aquellas cuencas, subcuencas, microcuencas y acuíferos con problemas actuales o proyectados de esta índole.

---

<sup>2</sup> Citado por el Decreto 1541 de 1978, Artículo 107.

<sup>3</sup> Citado por el Decreto 2811 de 1974, Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente

*“Para adelantar este proceso y con base en la información disponible, cada autoridad ambiental identificará y delimitará las cuencas que considere deben ser objeto de la gestión, incluyendo, en dado caso, las cuencas compartidas que ameriten un manejo coordinado entre dos o más entidades” (CORANTIOQUIA, 2008)*

Con el fin de poder orientar este proceso de selección de cuencas, unidades hidrológicas o acuíferos prioritarios para la implementación de la reglamentación, las autoridades ambientales, podrán utilizar diferentes metodologías, o una combinación de las mismas, escogiendo la(s) más adecuada(s) según las características de la entidad:

Si la entidad tiene dificultades en identificar y localizar geográficamente las cuencas donde debe iniciar el proceso de reglamentación, se propone las siguientes orientaciones metodológicas:

### **Opción A.**

A partir de la metodología **“Criterios para la Selección de Cuencas Piloto para la Ordenación”** del IDEAM se puede seleccionar la cuenca aplicando estos criterios, haciendo énfasis en los siguientes factores (se plantean exclusivamente los criterios relacionados con los factores relevantes = causas de la escasez, y podrán utilizarse de manera combinada y no exclusiva, dependiendo de la información disponible en cada autoridad ambiental):

#### ➤ Demanda y Oferta Hídrica

*El parámetro sugerido es el índice de escasez definido como “la relación porcentual entre la demanda de agua del conjunto de actividades sociales y económicas con la oferta hídrica disponible, luego de aplicar factores de reducción por calidad del agua y caudal ecológico” (MAVDT, 2004). El criterio a aplicar es que a mayor índice mayor prioridad.*

#### ➤ Calidad del Agua

*“La calidad del agua es factor que limita la disponibilidad del recurso hídrico y restringe en un amplio rango de posibles usos por encontrarse contaminada. Esta situación se traduce en escasez del recurso (temporal o permanente dependiendo de la magnitud de la contaminación y del tipo de contaminantes). Para los propósitos de la implementación de la reglamentación es factible aplicar el criterio de priorización que indica que “a menor calidad del agua” mayor prioridad.*

#### ➤ Densidad de población

*Este es un factor asociado con el crecimiento poblacional, sus proyecciones e impactos ambientales sobre la oferta hídrica disponible. Se puede expresar como la relación entre el número de habitantes y el área de la cuenca hidrográfica o unidad hidrológica objeto de análisis y*

*el criterio a aplicar es: a mayor densidad mayor es la prioridad, partiendo del supuesto que estos crecimientos implican necesidades adicionales de abastecimiento para la población.*

➤ Conflictos por uso del agua

*Se refiere al número de conflictos actuales por usos competitivos del agua en determinada unidad de gestión hídrica (cuenca, subcuenca, microcuenca y/o acuífero); puede establecerse con base en los reclamos de los usuarios ante la autoridad ambiental.*

➤ Actividades productivas y sistemas de producción

*Este factor de priorización se relaciona con la identificación de las principales actividades productivas presentes en las cuencas y que tipo de sistemas de producción utilizan con el fin de relacionarlas con sus necesidades de abastecimiento y su localización. El criterio a aplicar es que a mayor número de actividades productivas existentes o proyectadas la prioridad es más alta.*

➤ Sensibilidad al Cambio Climático

*Existen algunos ecosistemas de valor estratégico como reguladores del ciclo hidrológico que son sensibles o vulnerables a la variabilidad climática. Su presencia (nevados, bosques alto andinos, páramos, nacimientos, etc.), y/o la identificación de las oportunidades para su conservación implica de hecho una mayor prioridad en la selección.*

➤ Desertificación y Aridez

*El parámetro a considerar es el índice de desertificación o en su defecto el índice de aridez en donde el criterio es a mayor índice mayor prioridad”<sup>4</sup>*

### **Opción B.**

Otra metodología que sugiere Corantioquia (2008), es seleccionar las cuencas con el mayor número de concesiones de agua solicitadas o proyección de nuevos desarrollos. Este análisis no está previsto dentro de los criterios propuestos por el IDEAM pero es recomendable desarrollarlo cuando la información permita:

- “Localizar y caracterizar los usos actuales (con base en las concesiones o licencias otorgadas y vigentes: tipo de actividad, magnitud de la actividad, volumen concesionado).

---

<sup>4</sup> Citado por Corantioquia. 2008. Manual para la implementación de instrumentos económicos: Tasa por utilización de aguas y tasa retributiva por vertimientos puntuales



*• Comparar los caudales medios multianuales disponibles con los volúmenes concesionados.*

*• Proyectar las necesidades de los diferentes usuarios y estimar los volúmenes necesarios en los escenarios tendencial y de ordenación (fase prospectiva del POMCA). El análisis conjunto (o separado si la información no es suficiente para todas las actividades) de los diferentes escenarios permite identificar cuencas con problemas actuales de escasez o con tendencias a esta problemática". (Corantioquia, 2008)*

### **Paso 3: Elaboración de la resolución que ordena la reglamentación de la corriente**

Al conocer que es conveniente llevar a cabo la reglamentación de una corriente, la Oficina Asesora Jurídica de la CAR debe elaborar una resolución que ordene la reglamentación de la corriente. Posteriormente la resolución debe ser firmada y aprobada por el Director General de la CAR.

La resolución ordenatoria es un acto administrativo a través del cual se da inicio formalmente al proceso de reglamentación.

### **Paso 4: Publicaciones**

Con el fin de hacer conocer a los interesados la providencia mediante la cual se ordena una reglamentación de aprovechamiento de aguas, la CAR deberá efectuar las siguientes publicaciones por lo menos con diez (10) días de anticipación a la práctica de la visita ocular así:

- a. Copia de la providencia que indique la jurisdicción del lugar donde se deben realizar las visitas oculares y se ordene la reglamentación, esta se fijara en un lugar público de la CAR y en la Alcaldía Municipal.
- b. Aviso por dos veces consecutivas en el periódico de mayor circulación de la región, sobre el lugar y fecha de la diligencia; si existen facilidades en la zona se publicara este aviso a través de la emisora del lugar.

### **Paso 5a: Consultar información en el Plan de Ordenamiento Territorial y el plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas**

En este paso, se requiere consultar el Plan de Ordenamiento Territorial para conocer como está orientado y planificado los usos, destinación, reservas, vocación y crecimiento del territorio que rodea la cuenca hidrográfica que está en proceso de reglamentación.

Así mismo la Autoridad Ambiental recogerá la información disponible en los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas hidrográficas formulados y debidamente adoptados con el fin de conocer si la unidad hidrológica a reglamentar se encuentra en una cuenca con Plan de Ordenamiento y Manejo;

si es así esta deberá suministrar la información sobre oferta hídrica, demanda y situación de escasez. Por el contrario, si dicho Plan no contiene esta información o no es lo suficientemente detallada, el proceso de reglamentación requiere de un estudio técnico que determine la oferta, demanda e índice de escasez de la corriente de agua a reglamentar.

### **Paso 5b: Visita ocular**

La visita ocular y los estudios de reglamentación de una corriente serán efectuados por funcionarios idóneos en la materia. En la visita ocular es necesario que se analicen y se interactúen con diferentes aspectos tales como:

- a. Cartografía
- b. Censo de usuarios de aprovechamiento de aguas
- c. Hidrometereológicos
- d. Agronómicos
- e. Riego y drenaje
- f. Socio – económicos
- g. Obras hidráulicas
- h. De incidencia en el desarrollo de la región
- i. De incidencia ambiental del uso actual y proyectado del agua
- j. Legales
- k. Modulo de consumo
- l. Control y vigilancia de los aprovechamientos.

### **Paso 5c: Identificar Usuarios del Agua**

Las autoridades ambientales deben identificar los usuarios que realizan captaciones directas en la cuenca hidrográfica de interés. Al iniciar este paso se recomienda iniciar con la recopilación de los expedientes relacionados con las concesiones de agua, ubicados en la unidad hidrográfica a reglamentar.

La información de los expedientes puede ser complementada, con visitas de campo para realizar un reconocimiento de la red hídrica principal, verificar los tributarios de la cuenca principal, identificar e incluir los usuarios que no tienen legalizados sus captaciones. En las visitas de campo se deberá aforar antes y después de las bocatomas para conocer realmente cuanto caudal está captando el usuario, adicionalmente se debe georreferenciar las bocatomas para poder alimentar el SIG de la entidad.

Al tener identificados todos los usuarios legales y no legalizados que tienen captaciones en la cuenca hidrográfica de estudio, la entidad deberá introducirlos en una base de datos, esta deberá incluir información sobre si el usuario tiene expediente en la entidad, su información de contacto, y el tipo de actividad económica y nivel de actividad.

No obstante, la autoridad ambiental deberá iniciar el proceso de legalización de las captaciones de los nuevos usuarios identificados y/o de los usuarios existentes cuyo expediente se encuentre incompleto o vencido, con el fin de que todos los usuarios de la corriente a reglamentar cuenten con concesiones de agua vigentes.

Se debe destacar que el decreto 1324 de 2007 tiene como objetivo crear un Registro de Usuarios del Recurso Hídrico y otras disposiciones. Este decreto en su artículo 3, pone en claro que las Autoridades Ambientales Competentes deberán realizar el Registro de Usuarios del Recurso Hídrico de manera gradual en las cuencas hidrográficas priorizadas en su jurisdicción.

Para la realización y actualización del Registro de Usuarios, la autoridad ambiental competente, utilizará el protocolo que deberá incluir al menos la siguiente información:

- Nombre y apellidos del tenedor, poseedor o propietario del predio, documento de identidad, domicilio y nacionalidad. Si se trata de una persona jurídica, pública o privada, se indicará su razón social, domicilio y nombre del representante legal.
- Nombre de la fuente donde se está realizando la captación.
- La georeferenciación de la captación.
- Cantidad de agua que se está utilizando en litros por segundo.
- Información sobre la destinación que se le está dando al recurso.
- Nombre del predio o predios, municipios o comunidades que se están beneficiando.
- Información sobre los sistemas adoptados para la captación, derivación, conducción, restitución de sobrantes, distribución y drenaje.

Por lo tanto este decreto justifica, que es necesario crear una base de datos de todos los usuarios de la cuenca.

A continuación se muestra una malla de actores que identifica los principales usuarios que se deben tener en cuenta al momento de reglamentar:

## **Malla de Actores**

En esta malla de actores se identifican los usuarios principales que se deben tener en cuenta al momento de reglamentar una cuenca hidrográfica, debido a que los usuarios directos que *“son aquellos relacionados con la administración por competencia directa y aprovechamiento del recurso dentro del sistema hídrico”* (Xavier Cazorla-Clarissò, 2003) son esenciales para el reconocimiento de la cuenca, acueductos, bocatomas, entre otros aspectos que son un elemento clave para la buena implementación de la reglamentación.

**Tabla 6 usuarios del agua**

ACTOR	FUNCION
<b>Empresas de Acueducto y Alcantarillado</b>	Estas entidades se dedican a captar y entregar el agua a los consumidores de la misma.
<b>Corporación Autónoma Regional CAR's</b>	Son entes corporativos de carácter público, que deben dar cumplida y oportuna aplicación al decreto 1541 de 1978 para normar y administrar el uso del agua, conforme a las regulaciones, pautas y directrices expedidas por el Ministerios del Medio Ambiente.
<b>Sectores Productivos</b>	Son los que utilizan el recurso hídrico para abastecer su proceso productivo y también lo usan como medio para deshacerse de sus residuos
<b>La naturaleza</b>	<p>Los ecosistemas juegan un importante rol en la generación de servicios hidrológicos o derivados. Entre los servicios que estos ecosistemas ofrecen encontramos:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>“La reducción de las cargas de sedimentos en los cursos de agua disminuyendo la colmatación de los vasos, salinización de suelos y los costos asociados de producción y mantenimiento de sistemas de riego.</i></li><li>• <i>La regulación de los flujos en caudales hidrológicos, así como la reducción del riesgo de inundación en la temporada de lluvias, y de sequía en la temporada seca.</i></li><li>• <i>El incremento del volumen de agua disponible a lo largo del año, por medio de las reservas de agua en lagos y lagunas, y la recarga de mantos freáticos, para consumo, riego y otras necesidades humanas.</i></li><li>• <i>La mejora de la calidad y disponibilidad del agua para uso doméstico.</i></li><li>• <i>La proliferación de especies de consumo humano que emplean el agua como medio, como la fauna piscícola, plantas y aves acuáticas.</i></li><li>• <i>Beneficios no extractivos como la recreación, el transporte, la descontaminación y la producción energética.</i></li><li>• <i>Desarrollar mecanismos de alerta sobre cambios ambientales, para la reducción de los problemas relacionados con la salud humana (indicadores bióticos y abióticos).</i></li><li>• <i>Mejorar la información disponible en la búsqueda de recomendaciones y soluciones para optimizar el manejo de cuencas.”</i> (Xavier Cazorla-Clarissò, 2003)</li></ul>

<b>Juntas de Acción Comunal</b>	Son organizaciones civiles que propenden por la participación ciudadana en el manejo de sus comunidades. Sirven como medio de interlocución con los gobiernos nacional, departamental y municipal y buscan la creación de espacios de participación que ayuden al desarrollo en barrios, corregimientos y veredas.
<b>Asociación de Usuarios del agua</b>	<i>“Es una alternativa que permite convocar e integrar a la comunidad en los procesos decisivos de la misma y generar de ella las condiciones necesarias para la preservación y conservación del medio ambiente y por ende el agua, como elemento fundamental y decisivo en la supervivencia de los seres vivos del planeta” (Castro y Salcedo, 2006)</i>
<b>Organizaciones no gubernamentales de carácter ambiental – ONG’s</b>	<i>“Desempeñan el papel de facilitar y ayudar a las comunidades a pensar sobre determinados problemas y analizar su situación y aprender las diferentes formas de organización para ganar en eficacia, mejorar los medios de acceso a los recursos y mantener su medio ambiente” (Mohamed, 2008)</i>
<b>Alcaldía Municipal</b>	Cumplen funciones de control y vigilancia del medio ambiente y los recursos naturales renovables, con el fin de velar por el cumplimiento de los deberes del Estado y de los particulares. También debe promover, cofinanciar o ejecutar en coordinación con la CAR's obras y proyectos de regulación de cauces y corrientes de agua para el adecuado manejo y aprovechamiento de cuencas y microcuencas hidrográficas.
<b>Universidades</b>	Su función es obtener y compartir el conocimiento y beneficiar a la comunidad con sus aplicaciones.

**Fuente:** Elaboración propia

### **Paso 6: elaborar estudios de oferta y demanda de agua en la cuenca para la reglamentación**

Para elaborar el estudio de oferta y demanda se explicará un procedimiento que fue aplicado para la elaboración de la reglamentación de la cuenca del río Cestillal.

En la figura 5 se muestra un diagrama de los pasos a realizar:

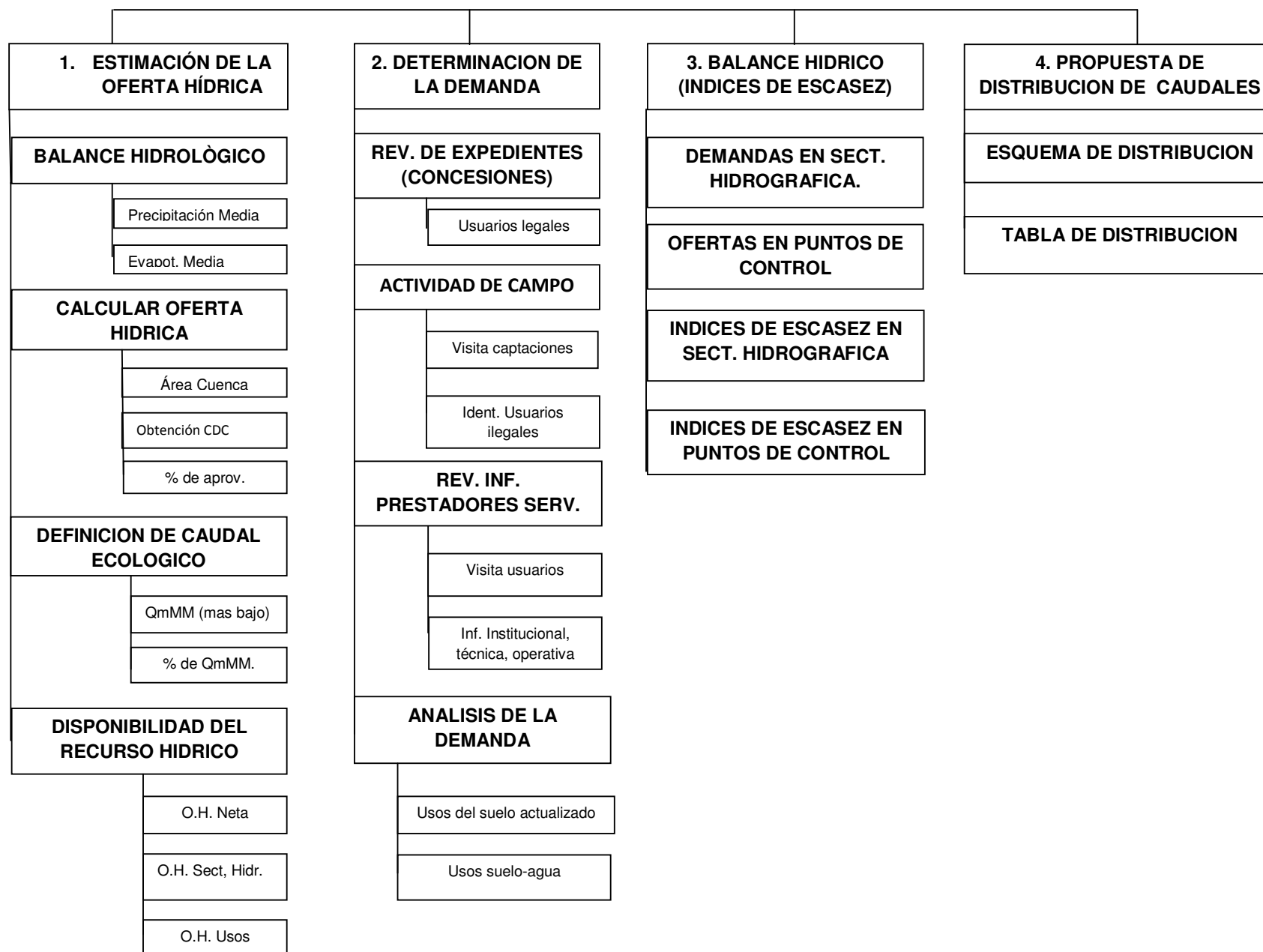


Figura 5 Procedimiento para determinar oferta y demanda hídrica  
Fuente: Convenio interadministrativo CARDER – UTP, 2007.

## Paso 7: Determinación del Índice de escasez

Las autoridades ambientales utilizarán la metodología de cálculo del índice de escasez para aguas superficiales adoptada por el Ministerio mediante la resolución 0865 de 2004.

La anterior resolución, define las metodologías para el cálculo de este índice que representa *“la demanda de agua que ejercen en su conjunto las actividades económicas y sociales para su uso y aprovechamiento frente a la oferta hídrica disponible (neta).*

*Esta relación se calcula para condiciones hidrológicas medias y secas dando una visión general de la situación de la disponibilidad de agua actual y con las proyecciones futuras del abastecimiento a nivel nacional y regional de tal manera que las entidades involucradas en la gestión ambiental y de los recursos hídricos, tomen las medidas necesarias para que los planes de ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas, tengan en cuenta zonas que presentan índices de escasez con niveles preocupantes y otras características desfavorables. Igualmente, establece que inicialmente el índice de escasez se estimará anualmente y en la medida en que se obtenga la información mensual de oferta hídrica y demanda de las actividades socioeconómicas para cada sector, se estimará igualmente el nivel mensual*

*Para evaluar la relación que existe entre la oferta hídrica disponible y las condiciones de demanda predominantes en una unidad de análisis seleccionada, se deberá considerar la clasificación citada por Naciones Unidas en la cual se expresa la relación entre aprovechamientos hídricos como un porcentaje de la disponibilidad de agua. En esta relación cuando los aprovechamientos representan más de la mitad de la oferta disponible se alcanza la condición más crítica”. (MAVDT, 2004. OPUS CIT).*

**Tabla 7 Categorías en las que se agrupa el índice de escasez**

Categoría	Rango	Color	Explicación
Alto	> 50 %	Rojo	Demanda alta
Medio alto	21-50%	Naranja	Demanda apreciable
Medio	11-20%	Amarillo	Demanda baja
Mínimo	1-10%	Verde	Demanda muy baja
No significativo	<1%	Azul	Demanda no significativa

Fuente: MAVDT, 2004

## **Paso 8: Divulgación de información sobre la reglamentación de corrientes de agua.**

Las Autoridades Ambientales tienen como obligación realizar actividades de divulgación e información a los respectivos usuarios del recurso; estas actividades se deben socializar al iniciar el trabajo de reglamentación de corrientes y después de finalizar el estudio técnico de reglamentación, para hacer una presentación de los resultados finales a los usuarios del agua.

Las actividades que se puede desarrollar con los usuarios del agua son:

- a. Reuniones con los usuarios del agua en la región.
- b. Cuñas radiales
- c. Impresión y distribución de cartillas informativas.
- d. Divulgación de la información en la página web.
- e. Reporte a los consejos comunitarios

Estas actividades además de concienciar a los usuarios sobre el uso eficiente del agua, contribuyen a mejorar las relaciones con los usuarios, minimizar los conflictos que se pueden dar al momento de realizar la distribución de caudales y que todos los usuarios legales y no legales conozcan la importancia de reglamentar.

Se recomienda que como complemento a las anteriores actividades, se publique en la página web de la entidad el documento soporte de cálculo de oferta, demanda e índice de escasez de la unidad hidrológica donde se ubica el usuario.

## **Paso 9: Proyecto de distribución de las aguas**

Con base en los estudios de balance entre la demanda y la disponibilidad de agua en la corriente, se determina cual debe ser la mejor distribución del recurso.

Este proyecto de distribución se comunicará a los interesados mediante aviso que se publicara por dos (2) veces con un intervalos de diez (10) días entre uno y otro, en dos de los periodicos de mayor circulación en el departamento o municipio correspondiente. Todo esto con el fin de que se puedan presentar las objeciones que consideren pertinentes dentro de los veinte (20) días siguientes a la publicación del último aviso.

Las objeciones se considera una etapa en la que el proyecto de distribución se pone a consideración de los interesados para que estos presenten las inquietudes, observaciones o impugnaciones contra la propuesta de distribución.

Una vez expirado el término de objeción la CAR procederá a revisar y analizar las objeciones presentadas, si hay que practicar diligencias, se deberá resolver las objeciones y elaborar la respuesta correspondiente. Si no hay que presentar diligencias se procede ajustar el proyecto de reglamentación y remitirse a la oficina asesora de jurídica.



## **Paso 10: Resolución de reglamentación**

La resolución reglamentaria es un acto administrativo que declara reglamentada una corriente de agua en las condiciones y términos que indica el proyecto de reglamentación.

Consecutivamente se debe elaborar un comunicado a los interesados, informando sobre la reglamentación y solicitando documentación para otorgar la concesión.

Se debe tener claro que toda reglamentación de aguas afecta los aprovechamientos existentes, es de aplicación inmediata e implica concesiones para los beneficiarios, quienes quedan obligados a cumplir las condiciones impuestas por la ley.

## **6.2 Metodología para Determinar la Oferta y Demanda Hídrica del Río Cestillal**

### **6.2.1 Oferta hídrica**

Para los estudios hidrológicos de una cuenca hidrográfica se pueden dar varias situaciones por falta de datos y de acuerdo a estas se presentan los siguientes escenarios: si se tiene información pluviométrica más no hidrológica es posible determinar los caudales máximos, mínimos y medios. Si no se tiene información ni hidrológica ni pluviométrica cercana a la bocatoma o si se tiene información de un sitio de la cuenca del afluente alejado de la bocatoma, es posible transponer información de una cuenca vecina.

En este sentido el Río Cestillal es una subcuenca que no tiene información hidrológica ni pluviométrica por lo tanto para determinar su caudal se requiere utilizar una metodología donde se puedan utilizar los registros y caudales de una estación cercana, es así como la metodología de ***transposición de caudales*** es la que se utiliza en este trabajo para determinar la oferta hídrica del Río Cestillal.

La metodología de *transposición de caudales* correlaciona caudales de una cuenca cercana, hidrológicamente comparable que cuente con estación hidrométrica de control de caudal. Para este caso se transponen los caudales medios mensuales registrados en la estación pluviométrica Cartago – La vieja que cuenta con 34 años de registro y con baja presencia de datos extraños.

En consecuencia, para trasladar los caudales confiables de la estación de Cartago a los diferentes puntos de la subcuenca en donde se requiera, se utilizan los factores de área y precipitación en el contexto de la siguiente expresión:

$$Q_i = \frac{A_i}{A_T} * \frac{P_i}{P_T} * Q_T ;$$

- Donde  $Q_i$  y  $Q_T$  son los caudales a ser determinados y el caudal patrón (Cartago).
- $A_i$  y  $A_T$  son las áreas de las cuencas con definición de caudales y el área de la cuenca patrón (Cartago).
- $P_i$  y  $P_T$  son las precipitaciones medias correspondientes a las cuencas con definición de caudales y el área de la cuenca patrón respectivamente (Cartago).

El primer paso para iniciar con la aplicación de la metodología es identificar las estaciones hidroclimatológicas presentes dentro de la cuenca, sin embargo como el Río Cestillal es una cuenca poco instrumentada se requirió identificar las estaciones de toda la cuenca del Río la Vieja que es donde el Río Cestillal desemboca. Los motivos anteriormente expuestos justifican la necesidad de aplicar la metodología de *transposición de caudales* para transponer los datos hidroclimatológicos de la cuenca del Río la Vieja a la subcuenca del Río Cestillal.

Para poder aplicar esta metodología se necesitó utilizar la siguiente información:

- **Series históricas:** Para la determinación de los rendimientos hídricos en la cuenca, se contó con la información de 59 estaciones de registro de lluvias a nivel diario durante 10 años. Esta información fue necesaria para realizar un registro de precipitación media mes a mes.

En lo referente a la información disponible de registro de caudal se utilizó la estación de Cartago, debido a que esta presenta datos más estables en cuanto a calidad y longitud del periodo hidrológico. La Tabla 8 contiene un consolidado de la información correspondiente a series históricas que se utiliza en el desarrollo del presente estudio.

**Tabla 8 Consolidado de Información Correspondiente a Series Históricas de Caudal y Precipitación**

CAUDALES (diarios)	PRECIPITACIÓN (mensual)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estación Cartago en el Valle del Cauca. (Fuerte traslapes de las series, 34 años de registros, 10% datos faltantes, registros con baja presencia de datos extraños o inconsistencias). En el Anexo 4 se presenta la CDC para</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 13 Estaciones en Quindío. (Buenos traslapes entre las series, 15 años de registros, 18% de datos faltantes).</li> <li>• 10 Estaciones del valle del Cauca. (21 años de registros, menos del 10% de faltantes y periodos homogéneos entre estaciones).</li> <li>• 7 Estaciones IDEAM ubicadas en los departamentos de Quindío, Risaralda y Tolima (aporte al sur del Quindío) de buena consistencia de registros.</li> <li>• 29 Estaciones CENICAFÉ ubicadas en los</li> </ul>

esta estación.	departamentos de Valle, Quindío, y Risaralda.
----------------	---

**Fuente: Modificado de PROAGUAS y CVC, 2005.**

La fórmula utilizada para la generación de datos faltantes en las estaciones que registran precipitación fue la siguiente:

$$h_{px} = \frac{1}{n} \left[ \frac{p_x}{p_1} * h_{p1} + \frac{p_x}{p_2} * h_{p2} + \dots + \frac{p_x}{p_n} * h_{pn} \right]$$

Donde:

$h_{px}$  Es la precipitación faltante en la estación de estudio.

$h_{pi}$  Es la precipitación registrada el día en cuestión en la estación auxiliar  $i$

$p_i$  Es la precipitación media anual en la estación auxiliar  $i$

$p_x$  Es la precipitación media anual de la estación en estudio

$n$  Es el número de estaciones auxiliares (mín. 3).

Para datos faltantes dispersos y puntuales se utilizó el promedio aritmético.

- **Cartografía:** Se requirió generar cartografía base de usos del suelo, red hídrica, puntos de control, estaciones climatológicas y división política del Rio Cestillal.
- **Polígonos de Thiessen:** Con este método se delimitó el área de influencia de cada estación en un polígono. Para determinar las figuras se unieron las estaciones con segmentos de rectas, se trazaron perpendiculares por la mitad de estos segmentos de recta, dividiendo así los polígonos de influencia de las estaciones. Los polígonos se trabajaron por medio del programa arcview 3.2, ver figura 6.

La precipitación se encuentra de esta forma:

$P = \frac{\sum (P_i * A_i)}{A_t}$
<p><b>Ai:</b> es el área del polígono de la estación</p> <p><b>At:</b> es el área total</p> <p><b>Pi:</b> es la precipitación de la estación</p>

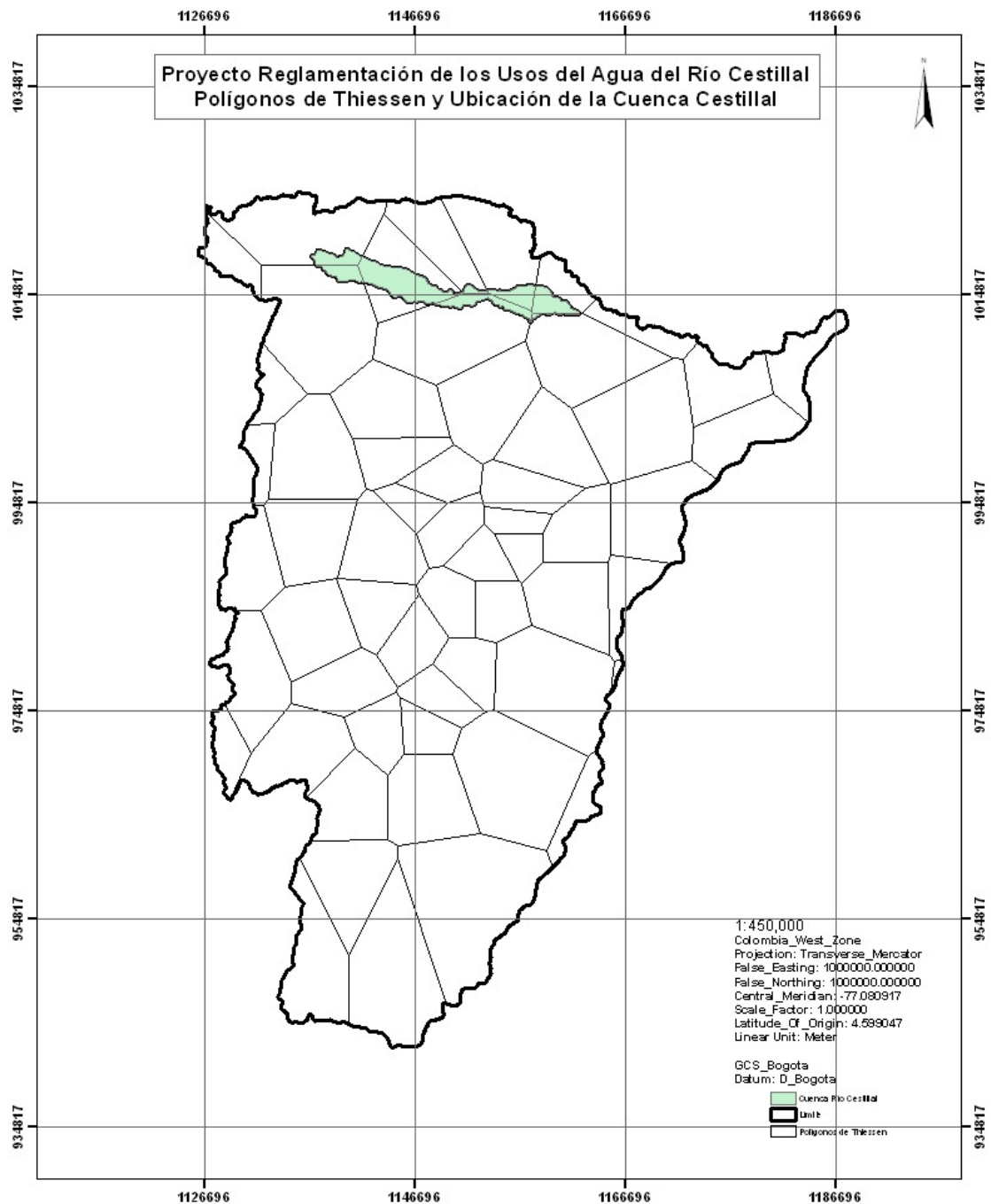


Figura 6 Polígonos de thiessen para la cuenca del rio la Vieja

Fuente: UTP. Laboratorio SIG, 2009.

En la tabla 9 se definen las estaciones que tienen influencia en la cuenca del Rio Cestillal. Las ocho estaciones fueron seleccionadas a través del método de polígonos de thiesen.

**Tabla 9 Listado de estaciones en el área de la cuenca del Rio Cestillal**

No	Nombre	Tipo	Departamento	Municipio	Cuenca	Código	msnm
13	Bremen	CP	Quindío	Filandia	R. Roble	23	2040
20	La Catalina	CP	Risaralda	Pereira	Consotá	2612524	1350
21	El Recreo	PVG	Valle	Ulloa	Barbas	2612068	1410
28	Hiroshima - La Bamba	PVM	Risaralda	Pereira	Consotá	2612027	1320
39	La Renta	PVM	Risaralda	Pereira	Consotá	2612061	1250
43	San Isidro	PM	Risaralda	Pereira	Cauca	2613018	1220
44	Playa Rica	PM	Risaralda	StaRosaCab	San Juan	2613054	1790
57	Piedras de Moler	PM	Valle	Cartago	La Vieja	2615400111	1100

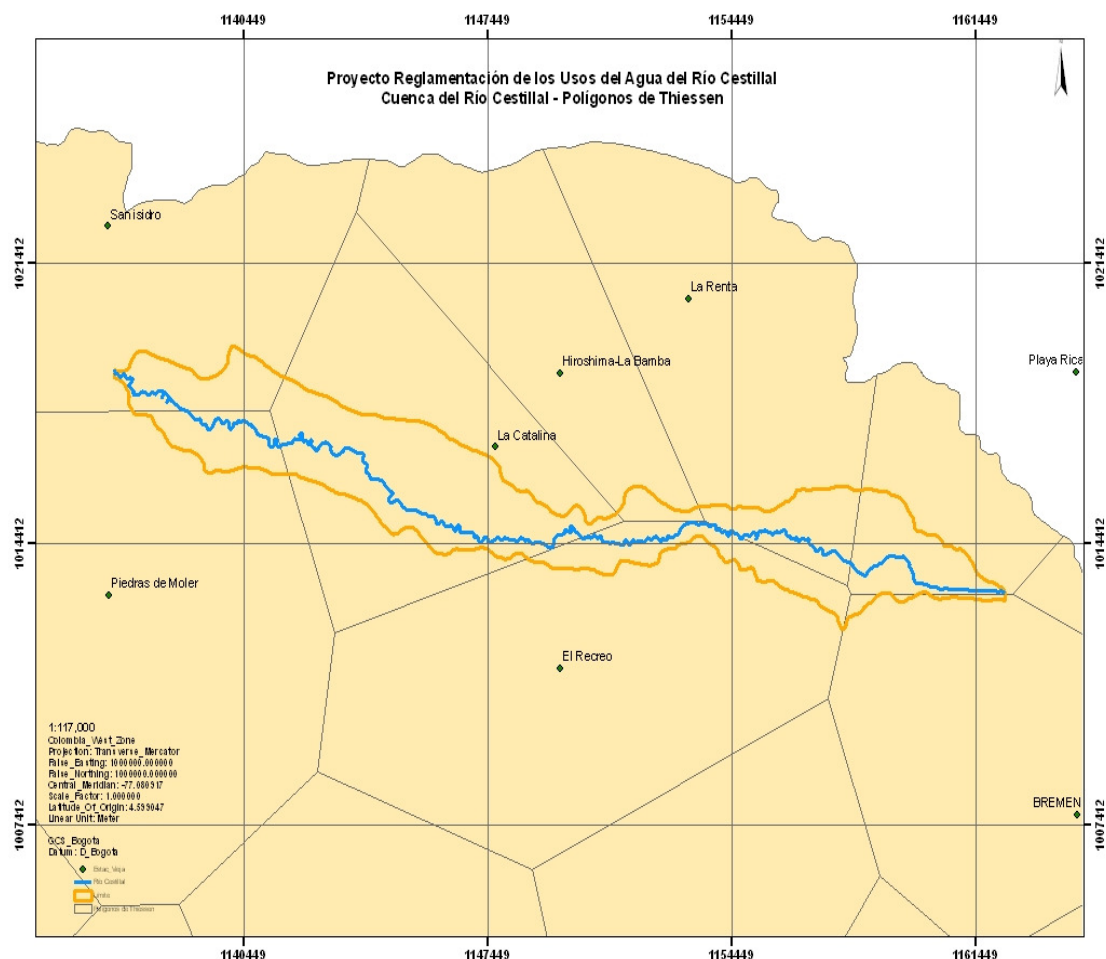


Figura 7 Localización de estaciones climatológicas en la cuenca del Río Cestillal.

Fuente: UTP. Laboratorio SIG, 2009.

### 6.2.1.1 Estimación de la oferta hídrica total y neta

Para estimar la oferta hídrica del río Cestillal se han establecido diez puntos de control, los cuales obedecen a las captaciones de los diferentes acueductos de la zona de influencia del Río Cestillal. En la tabla 10 se pueden apreciar los diferentes puntos de control sobre la cuenca.

Para conocer la oferta hídrica mensual multianual de cada punto de control, es esencial hacer un análisis de los datos generados por las estaciones hidroclimatológicas, todo esto con el fin de conocer y verificar si el agua es suficiente en espacio y tiempo o por el contrario no se garantiza una cantidad suficiente.

Por consiguiente se van a mostrar los resultados de **oferta total y oferta neta**. La oferta total corresponde al volumen total generado, sin tener en cuenta

factores de reducción. Mientras tanto la oferta neta corresponde a la disponibilidad de agua de acuerdo con su calidad y el volumen mínimo disponible que debe fluir por los cauces para el sostenimiento de los ecosistemas (caudal ecológico). Con esta última oferta y su relación con otros factores, se estiman las condiciones de sostenibilidad del recurso hídrico.

**Tabla 10 Puntos de Control del Rio Cestillal**

BOCATOMAS	
Acueducto Cestillal el Diamante ACUCESDI	El Tesorito
	La Aurorita
	La Montañita
	Cestillal Alto
	Cestillal Bajo
	El Paraíso
Otros acueductos	Santa Cruz de Barbas
	Yarumal – El Paraíso
	Pérez Alto
	Desembocadura del Rio Cestillal

**Fuente: Elaboración propia**

Al aplicar la metodología de transposición de caudales se obtuvieron los siguientes resultados de **Oferta Total** en cada punto de control:

### 6.2.1.2 Oferta hídrica total disponible

#### Punto 1. Desembocadura Rio Cestilla

En el punto de control de la desembocadura se observa que es el sitio que tiene mayor disponibilidad de agua, siendo los meses de mayo, junio, noviembre y diciembre los de mayor disponibilidad hídrica natural. Por el contrario los meses de julio, agosto y septiembre son los periodos de mayor estiaje debido que en estos meses se presenta el nivel de caudal mínimo, debido a la relativa escasez de precipitaciones, mayor insolación y por ende mayor potencial de evapotranspiración de las plantas y de la evaporación más intensa de la corriente de agua en este punto.

**Tabla 11 Oferta Hídrica Mensual Multianual Desembocadura Rio Cestillal (m<sup>3</sup>/s)**

OFERTA HIDRICA MENSUAL MULTIANUAL TOTAL Rio Cestillal(m <sup>3</sup> /s)												ANUAL	PROM
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
1,61	1,49	1,63	1,86	2,22	2,04	1,15	0,89	0,96	1,62	2,49	2,23	20,172	1,681

**Fuente: Elaboración propia**

### Punto 2. Bocatoma Santa Cruz de Barbas

La bocatoma del acueducto Santa Cruz de Barbas presenta las ofertas más bajas de la cuenca del río Cestillal en comparación con los otros puntos de control, esto se debe a que la bocatoma se encuentra ubicada en la parte alta de la cuenca, a pocos kilómetros del nacimiento, lo que implica que esta bocatoma recibe muy poco caudal. Es así como se presenta una oferta hídrica anual de 0,1659 m<sup>3</sup>/s, siendo los meses de enero, noviembre y diciembre de mayor oferta y el mes de agosto presenta mayor escasez del recurso con una oferta de 0,0053 m<sup>3</sup>/s.

**Tabla 12 Oferta Hídrica Mensual Multianual Bocatoma Santa Cruz de Barbas (m<sup>3</sup>/s)**

OFERTA HIDRICA MENSUAL MULTIANUAL TOTAL Río Cestillal (m <sup>3</sup> /s)												ANUAL	PROM
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
0,0178	0,0146	0,0131	0,0136	0,0147	0,0127	0,0074	0,0053	0,0074	0,0149	0,0224	0,0220	0,1659	0,0138

**Fuente: Elaboración propia**

### Punto 3. Bocatoma Cestillal Alto ACUCESDI

La bocatoma Cestillal Alto pertenece al acueducto Cestillal el Diamante y se encuentra localizada en la zona alta de la cuenca del río Cestillal, rodeada de un bosque de niebla, lo que influye en el aumento del caudal del río y en el nacimiento de varios arroyos que alimentan la cuenca. De esta manera el río aumenta cinco veces más su disponibilidad hídrica en comparación con la bocatoma del acueducto Santa Cruz de Barbas.

Los meses de noviembre y diciembre son los meses con mayor disponibilidad del recurso con un caudal promedio de 0,2288 m<sup>3</sup>/s. Por el contrario los meses de julio, agosto y septiembre su caudal disminuye drásticamente con un promedio de 0,0726 m<sup>3</sup>/s.

**Tabla 13 Oferta Hídrica Mensual Multianual Bocatoma Cestillal Alto ACUCESDI (m<sup>3</sup>/s)**

OFERTA HIDRICA MENSUAL MULTIANUAL TOTAL Río Cestillal (m <sup>3</sup> /s)												ANUAL	PROM
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
0,1839	0,1610	0,1422	0,1378	0,1611	0,1441	0,0826	0,0537	0,0815	0,1600	0,2243	0,2334	1,766	0,147

**Fuente: Elaboración propia**

### Punto 4. Bocatoma La Montañita ACUCESDI

La bocatoma la montaña pertenece al acueducto Cestillal el Diamante y se abastece de la quebrada la montaña, tributaria del río Cestillal. La Quebrada la Montaña es de cauce pequeño y por ende presenta una oferta hídrica promedio de 0,0049 m<sup>3</sup>/s. En los meses de julio, agosto y septiembre se presentan periodos de estiaje con un promedio de 0,00243 m<sup>3</sup>/s.



**Tabla 14 Oferta Hídrica Mensual Multianual Bocatoma la Montañita ACUCESDI (m<sup>3</sup>/s)**

OFERTA HIDRICA MENSUAL MULTIANUAL TOTAL Rio Cestillal (m <sup>3</sup> /s)												ANUAL	PROM
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
0,0061	0,0054	0,0048	0,0045	0,0054	0,0049	0,0028	0,0018	0,0027	0,0054	0,0074	0,0078	0,0590	0,0049

**Fuente: Elaboración propia**

**Punto 5. Bocatoma La Aurorita ACUCESDI**

La Bocatoma la aurorita se encuentra localizada sobre la quebrada la Aurora, tributaria del Rio Cestillal. Esta cuenca presenta en los meses de noviembre la mayor disponibilidad del recurso con un valor de 0,0019 m<sup>3</sup>/s. El registro de los valores de oferta durante el resto de año presenta cifras poco variables, sin embargo los meses de agosto y septiembre son los meses con mayor escasez del recurso.

**Tabla 15 Oferta Hídrica Mensual Multianual Bocatoma La Aurorita (m<sup>3</sup>/s)**

OFERTA HIDRICA MENSUAL MULTIANUAL TOTAL Rio Cestillal (m <sup>3</sup> /s)												ANUAL	PROM
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
0,0011	0,0010	0,0013	0,0015	0,0017	0,0017	0,0009	0,0008	0,0007	0,0012	0,0019	0,0017	0,0154	0,0013

**Fuente: Elaboración propia**

**Punto 6. Bocatoma Paraíso - Yarumal**

La bocatoma Paraíso-Yarumal se encuentra localizada en la parte alta de la quebrada el Paraíso, esta quebrada hace un recorrido largo antes de desembocar al rio Cestillal y durante el camino va recibiendo otra gran cantidad de arroyos que influyen en el aumento del caudal. En este punto de control la oferta total promedio disponible es de 0,0055 m<sup>3</sup>/s. Siendo los meses de noviembre, diciembre y enero los de mayor oferta y el mes de agosto de mayor escasez.

**Tabla 16 Oferta Hídrica Mensual Multianual Bocatoma Paraiso - Yarumal (m<sup>3</sup>/s)**

OFERTA HIDRICA MENSUAL MULTIANUAL TOTAL Rio Cestillal (m <sup>3</sup> /s)												ANUAL	PROM
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
0,0075	0,0054	0,0050	0,0059	0,0055	0,0045	0,0027	0,0023	0,0027	0,0059	0,0098	0,0087	0,0658	0,0055

**Fuente: Elaboración propia**

**Punto 7. Bocatoma Pérez Alto**

El acueducto Pérez Alto es el segundo en abastecerse de la quebrada el Paraíso tributaria del rio Cestillal, en este punto la quebrada presenta una disponibilidad de agua de 0,0148 m<sup>3</sup>/s promedio. Presentándose en el meses de julio, agosto y septiembre periodos de estiaje.

**Tabla 17 Oferta Hídrica Mensual Multianual Bocatoma Pérez Alto (m<sup>3</sup>/s)**

OFERTA HIDRICA MENSUAL MULTIANUAL TOTAL Rio Cestillal (m <sup>3</sup> /s)												ANUAL	PROM
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
0,0169	0,0138	0,0140	0,0162	0,0176	0,0147	0,0087	0,0069	0,0076	0,0146	0,0246	0,0218	0,1773	0,0148

**Fuente: Elaboración propia**

*Punto 8. Bocatoma Paraíso ACUCESDI*

La bocatoma paraíso pertenece al acueducto Cestillal el Diamante y se encuentra localizada en la parte media de la quebrada el paraíso, en este punto la microcuenca aumenta su caudal sin embargo en periodos secos este acueducto presenta conflictos debido a que los acueductos aguas arriba Yarumal y Pérez Alto captan una gran cantidad de agua sin dejar caudal aguas abajo.

Los conflictos se originan principalmente porque los acueductos están captando más agua de las que se les ha otorgado por medio de una concesión de agua, esta conclusión sale del resultado de los aforos realizados. Ver tablas 15 y 17.

Sin embargo en periodos de invierno la microcuenca en este punto presenta una oferta promedio de 0,0662 m<sup>3</sup>/s, presentando mayor escasez de agua en el mes de agosto con un valor de 0,0338 m<sup>3</sup>/s.

**Tabla 18 Oferta Hídrica Mensual Multianual Bocatoma Paraíso ACUCESDI (m<sup>3</sup>/s)**

OFERTA HIDRICA MENSUAL MULTIANUAL TOTAL Rio Cestillal (m <sup>3</sup> /s)												ANUAL	PROM
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
0,0660	0,0589	0,0645	0,0739	0,0860	0,0746	0,0426	0,0338	0,0354	0,0626	0,1036	0,0928	0,7947	0,0662

**Fuente: Elaboración propia.**

*Punto 9. Bocatoma Cestillal Bajo ACUECESDI*

La bocatoma Cestillal Bajo pertenece al acueducto Cestillal el Diamante, esta bocatoma capta sobre la cuenca del rio Cestillal y en este punto el rio tiene un gran caudal presentado así en los meses de noviembre, diciembre y mayo una mayor disponibilidad hídrica; por el contrario el mes de agosto presenta las condiciones más críticas de oferta. La oferta hídrica promedio de la parte media del rio Cestillal es de 0,5749 m<sup>3</sup>/s.

**Tabla 19 Oferta Hídrica Mensual Multianual Bocatoma Cestillal Bajo ACUCESDI (m<sup>3</sup>/s)**

OFERTA HIDRICA MENSUAL MULTIANUAL TOTAL Rio Cestillal (m <sup>3</sup> /s)												ANUAL	PROM
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
0,6256	0,5621	0,5625	0,5919	0,6899	0,6307	0,3515	0,2621	0,3171	0,5859	0,8691	0,8503	6,8988	0,5749

**Fuente: Elaboración propia**

*Punto 10. Bocatoma Tesorito ACUCESDI*

La bocatoma el tesorito capta de la quebrada el Tesoro la cual desemboca en la microcuenca la cristalina quien después desemboca en el Rio Cestillal. En este punto, la microcuenca el tesoro presenta una oferta promedio de 0,0132 m<sup>3</sup>/s siendo el mes de agosto y septiembre los meses más críticos para este arroyo.

Se debe resaltar que esta bocatoma se utiliza únicamente en los días y meses más críticos en condiciones de escasez para abastecer a la población adscrita al acueducto Cestillal el diamante.

**Tabla 20 Oferta Hídrica Mensual Multianual Bocatoma Tesorito ACUCESDI**

OFERTA HIDRICA MENSUAL MULTIANUAL Rio Cestillal (m <sup>3</sup> /s)												ANUAL	PROM
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
0,0122	0,0107	0,0122	0,0151	0,0188	0,0162	0,0096	0,0074	0,0074	0,0122	0,0199	0,0171	0,1587	0,0132

**Fuente: Elaboración propia**

### 6.2.1.3 Fotografías de cada una de las bocatomas de los acueductos visitados



**Fotografía 7 Desembocadura del Río Cestillal al Río La Vieja**



**Fotografía 8 Bocatoma acueducto Santa Cruz de Barbas**



**Fotografía 9 Bocatoma La Montañita ACUCESDI**

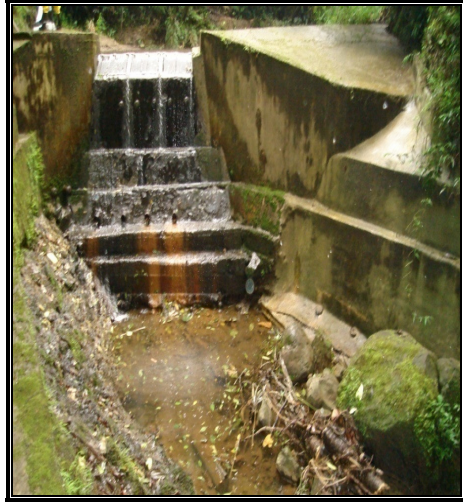


**Fotografía 10 Bocatoma Cestillal Alto ACUCESDI**





**Fotografía 9 Bocatoma Paraíso,  
Acueducto Yarumal**



**Fotografía 10 Bocatoma La Aurorita  
ACUCESDI**



**Fotografía 11 Bocatoma acueducto  
Pérez Alto**



**Fotografía 14 Bocatoma Paraíso  
ACUCESDI**



**Fotografía 12 Bocatoma Cestillal Bajo  
ACUCESDI**



**Fotografía 13 Bocatoma Tesorito  
ACUCESDI**

#### **6.2.1.4 Oferta hídrica neta**

Para obtener la oferta hídrica neta disponible, se procede a reducir la oferta hídrica total por calidad del agua y por caudal mínimo ecológico. Por las razones anteriormente expuestas, es conveniente definir reducción por calidad, caudal disponible y demanda hídrica para poder hacer al final un análisis de sensibilidad del río por medio de la metodología planteada por el MAVDT de índice de escasez. Todo esto con el fin de tener un mayor entendimiento del procedimiento aplicado para hallar oferta neta disponible y el estado de escasez del mismo.

#### **6.2.1.5 Caudal ecológico**

El caudal mínimo, ecológico o caudal mínimo remanente es el caudal requerido para el sostenimiento del ecosistema, la flora y la fauna de una corriente de agua. La metodología utilizada para hallar el caudal ecológico se basa en el análisis del comportamiento de los caudales en los puntos de control, por lo que se hace necesario conocer las series históricas de caudales para determinar el porcentaje del caudal ecológico.

Para este estudio el caudal ecológico que se va a estimar corresponde al 20% del caudal medio mensual multianual (QMM) más bajo. La decisión de estimar el 20% de caudal ecológico fue por parte de la UTP y la CARDER, buscando el sostenimiento del ecosistema y una distribución racional del agua para la población.

Con el fin de reducir la oferta de agua, este porcentaje se aplica junto con el considerado por restricción de uso a causa de la alteración de la calidad, para determinar la oferta neta o disponibilidad.

### 6.2.1.6 Reducción por calidad de agua

Según el MVDT, 2004 *“la calidad del agua es factor que limita la disponibilidad del recurso hídrico y restringe en un amplio rango de posibles usos. La mayoría de los ríos colombianos reciben y acarrean cargas de agua utilizada para los diferentes procesos de la actividad socioeconómica y son vertidos en gran porcentaje sin tratamiento previo, además son los receptores de altos volúmenes de sedimentos, originados por procesos de erosión sea esta de origen natural o derivada de la acción antrópica.*

*Generalmente la alteración a la calidad del agua tiene que ver con la contaminación por materia orgánica, por nutrientes y por una gran variedad de sustancias químicas y sintéticas de naturaleza tóxica.*

*Como fuentes principales de contaminación de las aguas superficiales se destacan: las aguas residuales domésticas e industriales, el escurrimiento de aguas en zonas de producción agrícola y ganadera, las aguas lluvias por arrastre de compuestos presentes en la atmósfera y las aguas procedentes de los procesos de extracción minera”*

Para el cálculo del porcentaje de afectación por calidad de agua, se analizaron 30 registros de calidad, aforos y muestreos los cuales fueron datos tomados y registrados por la Corporación Autónoma Regional de Risaralda (CARDER) desde el año 1998 hasta el 2008 en diferentes puntos del Rio Cestillal. Los puntos de monitoreo fueron los siguientes:

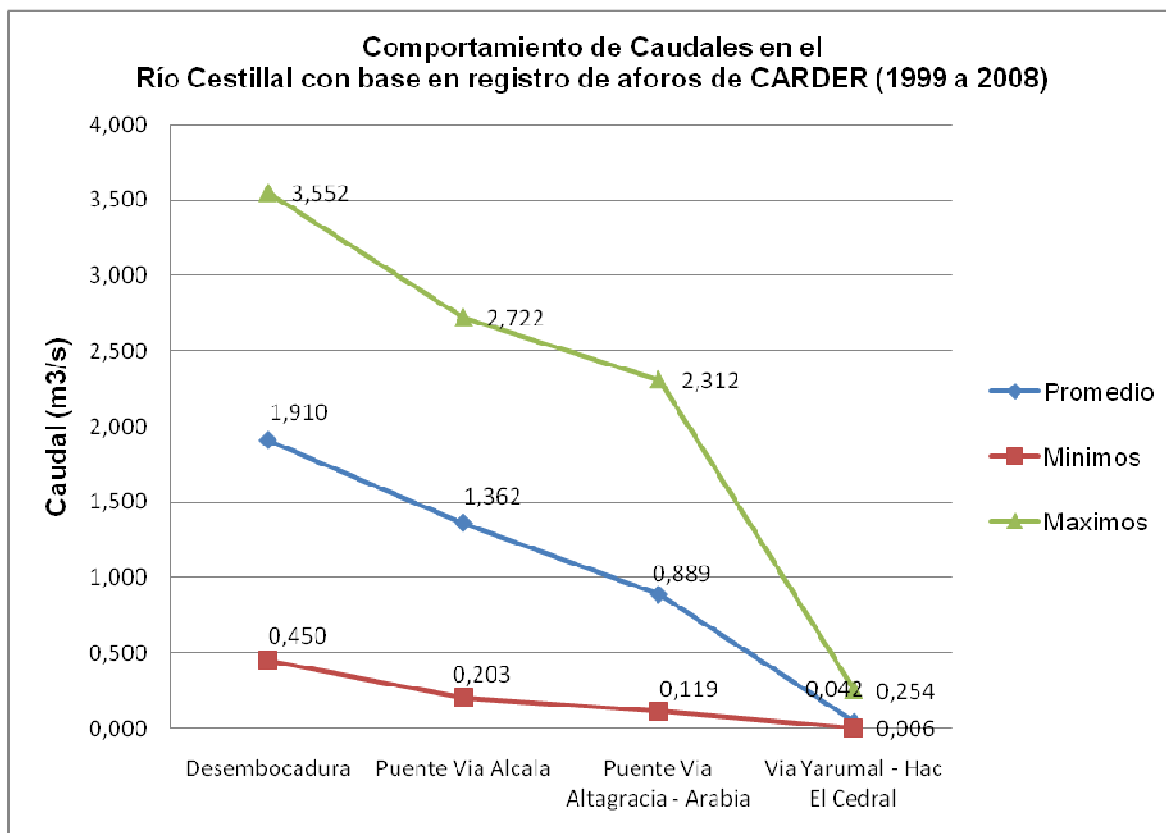
- Punto de monitoreo 1: Desembocadura del Rio Cestillal
- Punto de monitoreo 2: Puente vía Alcalá
- Punto de monitoreo 3: Puente vía Altagracia – Arabia
- Punto de monitoreo 4: Vía Yarumal, Hacienda el Cedral

Con los datos de aforos registrados por la autoridad ambiental se obtuvieron los caudales máximos, promedio y mínimos de la cuenca del rio Cestillal. Para el punto de monitoreo de la desembocadura los caudales son:

**Tabla 21 Caudal máximo, promedio y mínimo de la cuenca del Rio Cestillal**

Q mínimo	Q Promedio	Q Máximo
0.450 m <sup>3</sup> /s	1.910 m <sup>3</sup> /s	3.522 m <sup>3</sup> /s

En la Figura 8 se puede observar el comportamiento de caudales de la cuenca en los diferentes puntos de control.



**Figura 8 Comportamiento de caudales en el rio Cestital**



Al tener organizados los datos de calidad, se procedió a usar el método propuesto por Brown (1970), que es una versión modificada del “WQI” (Water Quality Index) que en español se conoce como: INDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA) y fue desarrollado por la fundación de sanidad Nacional de EE.UU (NSF).

*“El ICA, como forma de agrupación simplificada de algunos parámetros indicadores de un deterioro en calidad de agua, es una manera de comunicar y evaluar la calidad de los cuerpos de agua. Sin embargo, para que dicho índice sea práctico debe de reducir la enorme cantidad de parámetros a una forma más simple, y durante el proceso de simplificación algo de información se sacrifica. Por otro lado si el cálculo del ICA es adecuado, el valor arrojado puede ser representativo e indicativo del nivel de contaminación y comparable con otros para enmarcar rangos y detectar tendencias” (BROWN, 1970)*

Para la determinación del ICA intervienen nueve parámetros, los cuales son: coliformes fecales, pH, demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), nitratos, fosfatos, cambio de la temperatura, turbidez, sólidos disueltos totales y oxígeno disuelto (OD).

La estimación del porcentaje de afectación de la oferta disponible por efectos de calidad de agua, se realiza con lo planteado en la tabla 22.

**Tabla 22 Condición de calidad y % de afectación para Q (min) por calidad de acuerdo al ICA**

Condición	ICA	% Afectación de Q(min) por calidad
Bueno	< =90	0%
Medio	<=70	10%
Malo	<=50	15%
Muy Malo	<=25	20%

**Tabla 23 Resultados de calidad del agua del Rio Cestillal en los Puntos de Monitoreo**

VARIABLE PARA EL CALCULO DEL WQI (NSF)	PORCENTAJE DE PONDERACIÓN (W)	PUNTO MONITOREO 1 (Desembocadura Cestillal a La Vieja)			PUNTO MONITOREO 2 (Puente Vía Alcalá)			PUNTO MONITOREO 3 (Puente Vía Altagracia-Arabia)			PUNTO MONITOREO 4 (Vía Yarumal-Hacienda El Cedral)		
		MEDIDA	ÍNDICE (li)	VALOR	MEDIDA	ÍNDICE (li)	VALOR	MEDIDA	ÍNDICE (li)	VALOR	MEDIDA	ÍNDICE (li)	VALOR
% Saturación de Oxígeno Disuelto	17%	93%	96,7	16,4	86%	92,1	15,7	91%	95,6	15,7	76%	82,0	15,7
NMP Coliformes Fecales/100 ml	15%	170	35,0	5,3	500	25,8	3,9	30	53,3	3,9	30	53,3	3,9
Ph (Unidades)	12%	8,31	76,3	9,2	7,8	88,6	10,6	7,9	86,7	10,6	7,45	92,5	10,6
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5 mg/L)	10%	1,6	82,6	8,3	1,2	86,5	8,6	1,6	82,6	8,6	0,8	90,4	8,6
Nitratos (NO3 en mg/L)	10%	0,87	94,5	9,4	0,75	95,1	9,5	0,42	97,0	9,5	0,29	97,8	9,5
Fosfatos Totales (PO4 en mg/L)	10%	0	99,7	10,0	0,06	94,1	9,4	0	99,7	9,4	0	99,7	9,4
Desviación de Temperatura (°C)	10%	6	32,0	3,2	3	68,3	6,8	4	54,7	6,8	4,5	48,2	6,8
Turbiedad (UNT)	8%	4	88,6	7,1	2,6	92,3	7,4	5,5	85,0	7,4	2,5	92,6	7,4
Sólidos Totales (ST en mg/L)	8%	108	83,4	6,7	91	84,7	6,8	86	85,0	6,8	77	85,4	6,8
<b>TOTAL ICA Y DESCRIPTOR DE CALIDAD</b>	100%	76	<b>BUENO</b>		79	<b>BUENO</b>		79	<b>BUENO</b>		79	<b>BUENO</b>	

1 ) Reporte del 5 de febrero del 2003 - CARDER (Caudal 0,450 m3/seg)

2 ) Reporte del 20 de febrero del 2002 - CARDER (Caudal 0,203 m3/seg)

1 ) Reporte del 5 de febrero del 2003 - CARDER (Caudal 0,119 m3/seg)

1 ) Reporte del 5 de febrero del 2003 - CARDER (Caudal 0,006 m3/seg)

Según los posibles descriptores de calidad establecidos de acuerdo a los resultados obtenidos (tabla 23) una vez aplicado el método de determinación del Índice de Calidad Ambiental (ICA), el Río Cestillal se clasifica como de calidad **BUENA**. Los datos extraídos de los estudios existentes, muestra que en cuanto a parámetros fisicoquímicos se refiere, contiene concentraciones que clasifican en los rangos admisibles y por lo tanto es un agua superficial de buena calidad, con un grado de contaminación característico de una corriente natural receptora de infiltraciones y reservorio de aguas residuales a lo largo de su trayectoria.

Al tener el río Cestillal condición de calidad buena, el porcentaje de afectación por calidad es 0% esto quiere decir que no es necesario afectar por calidad la oferta hídrica. Se debe resaltar que solo se obtuvo información de parámetros de calidad en los puntos de monitoreo de la CARDER, lo cual se asume con igual índice de calidad los puntos de control analizados por este estudio.

#### **6.2.1.7 Resultados disponibilidad hídrica neta**

El resultado principal de esta fase, corresponde a la definición de la disponibilidad hídrica neta de cada punto de control, para lo cual se calculó una curva de duración de caudales del 95%, caudal ecológico al 20% y caudal disponible al 95% este último porcentaje debido a que hay que ser más estrictos en el otorgamiento de la oferta porque se tienen que reflejar las condiciones de caudales mínimos. Ver tabla 24 y anexo 4.

**Tabla 24 Disponibilidades hídricas para la cuenca del río Cestillal**

PUNTO DE CONTROL		AREA (km <sup>2</sup> )	Q 95% CDC (m3/s)					
			Q Base 95%	Q Ecológico (20% Q min)	Q concesionado	Q calidad 0%	Q máximo a otorgar <sup>5</sup>	Q Disponible
1	Desembocadura del Río Cestillal al o la Vieja	50,4154	0,5023	0,1777	0,1546	0,0000	-	0,1700
2	Acueducto Santa Cruz de Barbas, bocatoma Río Cestillal	0,3093	0,0041	0,0011	0,0025	0,0000	-	0,0005
3	ACUCESDI, bocatoma Río Cestillal - Cestillal Alto	3,4173	0,0437	0,0107	0,0025	0,0000	0,0304	0,0000
4	ACUCESDI, bocatoma Quebrada La Montañita	0,1152	0,0015	0,0004	No tiene concesión	0,0000	0,0011	0,0000
5	ACUCESDI, bocatoma Quebrada La Aurorita	0,0447	0,0004	0,0002	No tiene concesión	0,0000	0,0002	0,0000
6	Acueducto Yarumal, bocatoma Quebrada El Paraíso	0,1149	0,0016	0,0005	0,0015	0,0000	-	-0,0003
7	Acueducto Perez Alto, bocatoma Quebrada El Paraíso	0,2516	0,0044	0,0014	0,0025	0,0000	-	-0,0010
8	ACUCESDI, bocatoma Quebrada El Paraíso	1,5045	0,0197	0,0068	No tiene Concesión	0,0000	0,0089	0,0000
9	ACUCESDI, bocatoma Río Cestillal - Cestillal Bajo	15,6522	0,1710	0,0524	0,1050	0,0000	-	-0,0335
10	ACUCESDI, bocatoma Quebrada El Tesorito	0,3881	0,0039	0,0015	No tiene Concesión	0,0000	0,0025	0,0000

<sup>5</sup> Al acueducto ACUCESDI le fue otorgado una concesión de 105 l/s por la CARDER, sin embargo esta concesión no especifica el caudal que debe captar cada bocatoma perteneciente al acueducto; por esta razón en este trabajo se plantea estimar el caudal máximo a otorgar, que representa el valor máximo que se puede concesionar. Si supero este valor puedo conocer las implicaciones que me puede generar otorgar un caudal superior al máximo a otorgar.

- **Punto de Control No 1: Desembocadura del Rio Cestillal al Rio La Vieja**

Para este punto de control se tiene un caudal base de 0,5023 m<sup>3</sup>/s, que corresponde al 95% de la curva de duración de caudales generada a partir de los datos de la estación Cartago – La Vieja.

La demanda disponible en el punto de la desembocadura corresponde al valor del caudal concesionado que es de 0,1546 m<sup>3</sup>/s este valor corresponde a la sumatoria de todos los puntos de control, debido a que estos puntos se encuentran en la parte alta y media de la cuenca, lo que su sumatoria corresponde a la demanda total en la desembocadura. La cuenca del Rio Cestillal en su desembocadura cuenta con un caudal disponible de 0,1700m<sup>3</sup>/s, lo que indica que en el punto de la desembocadura esta cuenca no presenta problemas de escasez, debido a que presenta menos presión sobre su recurso por parte de los usuarios del agua.

- **Punto de Control No 2: Bocatoma Acueducto Santa Cruz de Barbas**

El acueducto Santa Cruz de Barbas tiene un caudal base de 0,0041 m<sup>3</sup>/s, a este valor se le descuenta 0,0025 m<sup>3</sup>/s de caudal concesionado y 0,0011 m<sup>3</sup>/s que equivale al caudal ecológico estimado como el 20% del caudal mensual multianual más bajo registrado para esta cuenca (agosto), arrojando como resultado un caudal disponible de 0,0005 m<sup>3</sup>/s, caudal que es necesario distribuirlo aguas abajo ya que como mínimo en la fuente debe quedar un remanente de agua capaz de garantizar las características de los caudales mínimos históricos y de abastecer las fuentes frágiles o vulnerables.

- **Punto de Control No 3: Bocatoma Cestillal Alto (ACUCESDI)**

Al acueducto ACUCESDI le fue otorgado una concesión de 105 l/s, esta concesión no especifica el caudal que debe captar cada bocatoma perteneciente al acueducto, es decir, la bocatoma Cestillal alto no presenta un caudal concesionado por la CARDER, por esta razón se debió estimar el caudal máximo a otorgar de 0,0304 m<sup>3</sup>/s.

El máximo a otorgar se deduce de manera indirecta debido a que no se tiene un caudal concesionado, es decir, se estima el valor máximo que se puede concesionar, si se supera este valor, se puede conocer las implicaciones que puede generar otorgar un caudal superior al máximo a otorgar.

El caudal disponible de 0,000 m<sup>3</sup>/s; surge de restar el caudal base menos el caudal ecológico menos caudal concesionado para el punto 2 (Acueducto Santa Cruz de Barbas) menos el caudal máximo a otorgar y menos caudal por calidad. Ver tabla 24.

- **Punto de Control No 4: Bocatoma La Montañita (ACUCESDI)**

Esta bocatoma pertenece ACUCESDI lo que muestra que no tiene un caudal concesionado puntual, por lo tanto el caudal máximo a otorgar se estima de 0,0011 m<sup>3</sup>/s.

Para esta microcuenca el caudal ecológico que se debe respetar es de 0,0004 m<sup>3</sup>/s quedando un caudal disponible de 0,0000 m<sup>3</sup>/s, lo que indica que si en esta bocatoma se capta mas de los máximo a otorgar, no se estaría dejando un caudal mínimo para efectos de mantener la dinámica de aguas bajas (de estiaje o caudales mínimos) y para proteger las fuentes frágiles.

- **Punto de Control No 5: Bocatoma La Aurorita (ACUCESDI)**

El caudal máximo a otorgar en este punto es de 0,0002 esto quiere decir que es el caudal que la CARDER debe dar como concesionado, puesto que es el máximo caudal que el acueducto puede utilizar. Igualmente el acueducto debe respetar un caudal ecológico de 0,0002 para uso y supervivencia del ecosistema. Descontando de caudal base los valores de caudal máximo a otorgar, caudal ecológico y caudal por calidad resulta un caudal disponible de 0,000 por lo tanto la autoridad ambiental debe tomar decisiones para reducir el riesgo de desabastecimiento de agua en el futuro puesto que este valor indica el conflicto que se puede generar en épocas de escasez.

- **Punto de control No 6: Bocatoma El Paraíso (Acueducto Yarumal)**

Este punto de control se abastece de la quebrada el Paraíso, en este punto la CARDER otorgo una concesión de 0,0015 m<sup>3</sup>/s, ante esta situación se otorga un caudal ecológico de 0,0005 m<sup>3</sup>/s quedando un caudal disponible de -0,0003 m<sup>3</sup>/s lo que indica que en este punto de control no se están cumpliendo la garantía de mantener el curso del agua y se está ejerciendo una presión sobre el recurso, debido a que el valor concesionado debió ser menor, esto indica la poca planificación del recurso al no tener en cuenta balances hídricos o criterios de planificación para conocer las condiciones de demanda y disponibilidad actuales y futuras del recurso hídrico.

- **Punto de Control No 7: Bocatoma El Paraíso (Acueducto Pérez Alto)**

El acueducto Pérez alto también se abastece de la Quebrada el Paraíso por esta razón, al caudal disponible se le resta el valor concesionado del punto 6 (bocatoma del acueducto Yarumal 0,0015 m<sup>3</sup>/s). Este acueducto tiene una resoluciones de concesión que otorga 0,0025 m<sup>2</sup>/ s, sin embargo al hacer este análisis de sensibilidad se obtiene un resultado de caudal disponible de -0,0010 m<sup>3</sup>/s lo que señala que esta concesión se debe reducir ya que se esta sobreutilizando el recurso y la microcuenca no tiene la capacidad de generar más caudal.

- **Punto de Control No 8: Bocatoma El Paraíso (ACUCESDI)**

Ante la situación presentada en los puntos de control 6 y 7 que son acueductos que se abastecen de la Quebrada el Paraíso, hace que el problema sea más notorio en el punto de la bocatoma el paraíso ya que esta bocatoma también se

abastece de la Qda el Paraíso y los conflictos que se presenten aguas arriba van a influenciar notoriamente en esta última bocatoma presentando problemas de escasez mas continuamente. Anotando que estas bocatoma captan más de lo permitido (concesión)

Aunque la Quebrada (Qda) el Paraíso en este punto recupera su caudal por la aparición de arroyos que van alimentando el cauce principal como lo es la Qda la Morenita, que aporta un caudal importante a la Qda Paraíso, hay que tener en cuenta que en los meses de escasez la mayoría de estos arroyos desaparecen y los tres acueductos van hacer mayor presión sobre la Qda Paraíso.

Es así como en los meses de escasez, el agua no llega a esta bocatoma, debido a que se están captando aguas arribas lo máximo que otorga la cuenca de modo que el caudal ecológico que debe quedar como remanente no se encuentra disponible para sostener el ecosistema aguas abajo.

- **Punto de Control No 9: Bocatoma Cestillal Bajo (ACUCESDI)**

La bocatoma Cestillal Bajo es la estructura que más agua capta del acueducto ACUCESDI, por lo anterior es a esta bocatoma a la que se le va a otorgar el caudal concesionado por la CARDER de  $0,105 \text{ m}^3/\text{s}$ . Es así como el caudal disponible se le resta los valores de caudales máximos a otorgar de los otros puntos de control aguas arriba que pertenecen al acueducto Cestillal el Diamante (puntos 2,3,4,5,6,7,8,9) dando como resultado un caudal disponible de  $-0,0335 \text{ m}^3/\text{s}$ .

- **Punto de Control No 10: Bocatoma Tesorito (ACUCESDI)**

El caudal máximo a otorgar en esta bocatoma es de  $0,0025 \text{ m}^3/\text{s}$  al dejar disponible un caudal ecológico del 20% con un valor de  $0,0015 \text{ m}^3/\text{s}$  y al disminuir estos dos valores junto al caudal base da como resultado un caudal disponible de 0,000.

Esta microcuenca se caracteriza por tener poco caudal y tiende a ser deficitaria con respecto a las demandas que se ejercen sobre ella.

- **Resumen disponibilidades hídricas sin tener en cuenta caudales concesionados en la cuenca del Río Cestillal**

**Tabla 25 Resumen disponibilidades hídricas para la cuenca del río Cestillal**

PUNTO DE CONTROL		AREA (km <sup>2</sup> )	Q 95% CDC (m <sup>3</sup> /s)			
			Q Base	Q Ecológico (20% Q min)	Q calidad	Q Disponible
1	Desembocadura del Río Cestillal al Río la Vieja	50,4154	0,5023	0,1777	0,0000	0,3246
2	Acueducto Santa Cruz de Barbas, bocatoma Río Cestillal	0,3093	0,0041	0,0011	0,0000	0,0030
3	ACUCESDI, bocatoma Río Cestillal – Cestillal Alto	3,4173	0,0437	0,0107	0,0000	0,0329
4	ACUCESDI, bocatoma Quebrada La Montañita	0,1152	0,0015	0,0004	0,0000	0,0011
5	ACUCESDI, bocatoma Quebrada La Aurorita	0,0447	0,0004	0,0002	0,0000	0,0002
6	Acueducto Yarumal, bocatoma Quebrada El Paraíso	0,1149	0,0016	0,0005	0,0000	0,0012
7	Acueducto Perez Alto, bocatoma Quebrada El Paraíso	0,2516	0,0044	0,0014	0,0000	0,0030
8	ACUCESDI, bocatoma Quebrada El Paraíso	1,5045	0,0197	0,0068	0,0000	0,0129
9	ACUCESDI, bocatoma Río Cestillal – Cestillal Bajo	15,6522	0,1710	0,0524	0,0000	0,1186
10	ACUCESDI, bocatoma Quebrada El Tesorito	0,3881	0,0039	0,0015	0,0000	0,0025

**Fuente: Elaboración propia.**

En la tabla 25 el caudal disponible es el resultado de reducir el caudal base, caudal ecológico 20% y caudal por calidad; se debe aclarar que para el resumen de disponibilidad hídrica no fue descontado el caudal concesionado o máximo a otorgar, esto con el fin de hacer un ejercicio práctico que muestre el estado de la cuenca sin afectar su oferta por la extracción de considerables volúmenes de agua.

Siendo así, los resultados arrojados de disponibilidad hídrica indican que la corporación Autónoma Regional de Risaralda CARDER debe evaluar con detalle los valores de disponibilidad hídrica, ya que no podrá otorgar concesiones de agua por encima de estos valores.

Con base en los resultados, es posible establecer que existen alarmas por altos consumos incontrolados como se puede observar en los resultados de los aforos (tablas 27 y 29) donde estos usuarios consumen mucho más de lo que se les ha concesionado. Por lo anterior es urgente llevar a cabo en esta cuenca un proceso de distribución que se adapte a condiciones críticas de escasez y donde la autoridad ambiental defina los criterios y estrategias operativas que conviene implementar y utilizar por parte de los distintos usuarios del agua, asimismo someter el estudio de reglamentación y el proyecto de distribución del recurso hídrico a un proceso de información y consulta sobre los cambios que se deben realizar en cada una de las



concesiones de agua, otorgando menor caudal para evitar agotamiento de la oferta en esta cuenca.

#### 6.2.1.8 Disponibilidad hídrica para usos agropecuarios

Existe acuerdo entre los diversos autores al definir la *ETP*, concepto introducido por Charles Thornthwaite en 1948, “como la máxima cantidad de agua que puede evaporarse desde un suelo completamente cubierto de vegetación, que se desarrolla en óptimas condiciones, y en el supuesto caso de no existir limitaciones en la disponibilidad de agua. Según esta definición, la magnitud de la *ETP* está regulada solamente de las condiciones meteorológicas o climáticas, según el caso, del momento o período para el cual se realiza la estimación” (Vargas, 1963)

No obstante la evapotranspiración real es aquella evapotranspiración que ocurre en la situación real en que se encuentra el cultivo en el campo, difiere de los límites máximos o potenciales establecidos. Para referirse a la cantidad de agua que efectivamente es utilizada por la evapotranspiración se debe utilizar el concepto de evapotranspiración real. (Rovira, 1976)

Para calcular la evapotranspiración se aplicaron dos prácticas diferentes que consisten en:

1. Cálculo de la evapotranspiración potencial (*ETP*) mediante la fórmula de Thornthwaite. Datos de entrada: Temperaturas y horas teóricas de sol.
2. Balance mes a mes. Datos de entrada: precipitaciones y reserva.

Mediante la aplicación de estas dos prácticas se obtuvo la siguiente figura

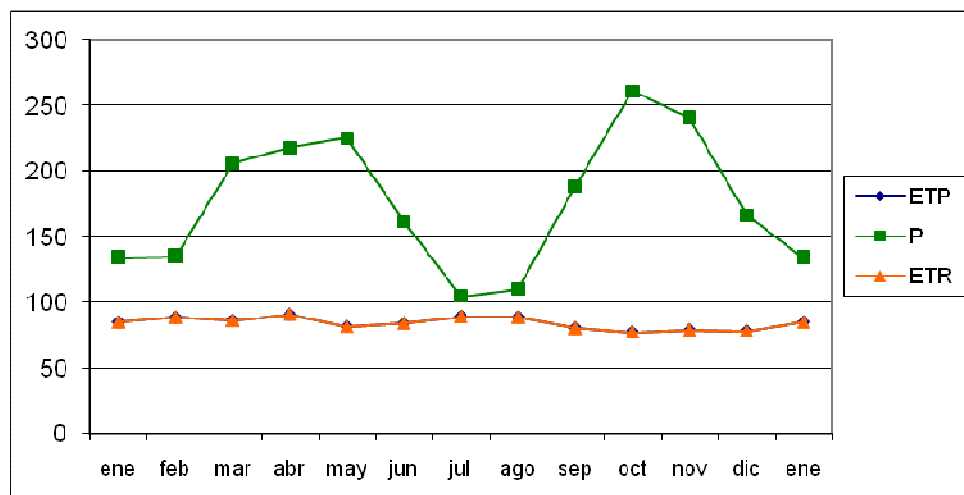


Figura 9 Evapotranspiración vs precipitación

La evapotranspiración depende exclusivamente de las condiciones climáticas; considerando que todos los meses del año son periodos húmedos los usos agrícolas pueden ser suplidos por la precipitación disponible en el área de estudio.

Por tanto la figura 9 demuestra que los aportes de lluvia son muy significativos para almacenar agua en los suelos y muchos cultivos pueden encontrar en el suelo humedad necesaria para satisfacer plenamente sus requerimientos hídricos. Así mismo en los meses de déficit no será necesaria la aplicación de riego complementario para alcanzar rendimientos apropiados.

En este orden de ideas, el cálculo de la demanda hídrica se estableció a partir de los usuarios del agua para consumo humano ubicados en la cuenca.

### 6.2.2 Demanda de los usos del agua

La necesidad de abastecimiento de agua que tienen los corregimientos de Altagracia, Arabia, La Estrella – La Palmilla, La Florida, Morelia y Tribunales Córcega ha hecho que se creen acueductos comunitarios prestadores del servicio de agua potable los cuales se abastecen principalmente del río Cestillal.

Para conocer la demanda del río Cestillal, se inició con la revisión de la base de datos de concesiones de la CARDER, para así poder conocer los usuarios legales de la cuenca. La información de los usuarios concesionados se puede observar en la tabla 26.

**Tabla 26 Concesiones otorgadas para uso del agua del río Cestillal**

ACUEDUCTOS	N° RESOLUCION	CAUDAL CONCESIONADO	FUENTES ABASTECEDORAS
Asociación comunitaria de suscriptores del acueducto <b>Cestillal el Diamante</b>	1287-2000	105 l/s	Cestilla, La Aurora, La Montañita y Paraíso
Asociación comunitaria de suscriptores del servicio de agua potable acueducto <b>Santa Cruz de Barbas</b>	644-1996	2.5 l/s	Cestillal
Asociación de usuarios del acueducto <b>Yarumal</b>	1371-2006	1.5 l/s	Paraíso
Asociación Comunitaria de suscriptores del servicio de agua potable acueducto barrio La Esperanza, <b>Pérez Alto</b>	0535-2001	2.5 l/s	Paraíso

**Fuente: Elaboración propia**

A partir de la información obtenida de las concesiones se procedió a realizar diferentes actividades, produciendo los siguientes resultados:

#### **6.2.2.1 Actividades de campo:**

- Conocimiento de la red hídrica principal
- Verificación de los tributarios del río Cestillal
- Establecimiento de puntos de control para estimar la disponibilidad u oferta hídrica.
- Visitas a las bocatomas de los acueductos (usuarios del agua legales) establecidos en la cuenca

Posteriormente al reconocimiento en campo de la cuenca del río Cestillal, se procedió a establecer diez puntos de control para determinar la disponibilidad de agua. Uno de los puntos de control está localizado en la desembocadura del Río Cestillal y los otros nueve puntos de control obedecen a las diferentes captaciones de los acueductos rurales que poseen concesión sobre la cuenca del río y sus tributarios.

#### **6.2.2.2 Aforos y georreferenciación en los diferentes puntos de control**

La técnica para medir el caudal que captan los diferentes acueductos se hizo por medio de aforos a través de un molinete ultrasónico (Sensor Transductor Nivus PVM-PD) que “consiste en emitir un sonido de alta frecuencia en dirección del fondo y paredes del río, la onda sonora es reflejada pero también distorsionada en razón de la velocidad de la corriente de agua. Por lo tanto, una forma indirecta de obtener el gasto es medir tal distorsión y relacionarla con la velocidad de la corriente” (González y Mojarro, 2001)

Este procedimiento se realizó antes y después de cada una de las bocatomas para conocer la demanda real ejercida por los acueductos. La tabla 27 muestra los datos consolidados del aforo y los resultados manifiestan que en algunos puntos se están consumiendo más del 50% de agua disponible, como la bocatoma La Aurorita con un 70,58 % de caudal captado. Asimismo otras bocatomas están captando más del 90% de agua disponible como lo son la bocatoma el Tesorito con un porcentaje de caudal captado de 93,3% y la bocatoma Yarumal – El Paraíso con un 94,44% de caudal captado. Estos resultados indican que los diferentes acueductos están captando en su mayoría el doble del caudal concesionado por la CARDER, situación que refleja el poco control y vigilancia ejercida por la Corporación autónoma de Risaralda.

Es obligación de esta corporación contar con los mecanismos necesarios para monitorear en forma continua los caudales captados por los diferentes usuarios y así evitar desabastecimiento y conflicto entre la comunidad por escasez o especulación.



Fotografía 14 y 15 Aforos en las bocatomas

Tabla 27 Resultados de los aforos en los puntos de control

BOCATOMA		Puntos de Aforo			
		Aforo antes de la bocatoma m <sup>3</sup> /s	Aforo después de la bocatoma m <sup>3</sup> /s	Q captado	% captado
Acueducto Cestillal el Diamante	El Tesorito	0,015	0,001	0,014	93,3
	La Aurorita	0,017	0,005	0,012	70,58
	La Montañita <sup>6</sup>	0,022	-	-	-
	Cestillal Alto	0,142	0,109	0,033	23,23
	Cestillal Bajo	1,173	1,015	0,158	13,46
	El Paraíso	0,207	0,149	0,058	28,01
Otros acueductos	Santa Cruz de Barbas <sup>7</sup>	0,002	0,008	-	-
	Yarumal – El Paraíso	0,018	0,001	0,017	94,44
	Pérez Alto	0,055	0,036	0,019	34,54

Fuente: Elaboración propia

<sup>6</sup> Las condiciones climáticas hicieron que al momento de aforar después de la bocatoma, se creciera súbitamente la corriente lo que impidió realizar el ejercicio de aforo.

<sup>7</sup> las características topográficas del terreno que rodea la bocatoma Santa Cruz de Barbas, hicieron difícil la medición del caudal, alterando la medición. Por lo tanto no se obtuvieron datos en este punto.

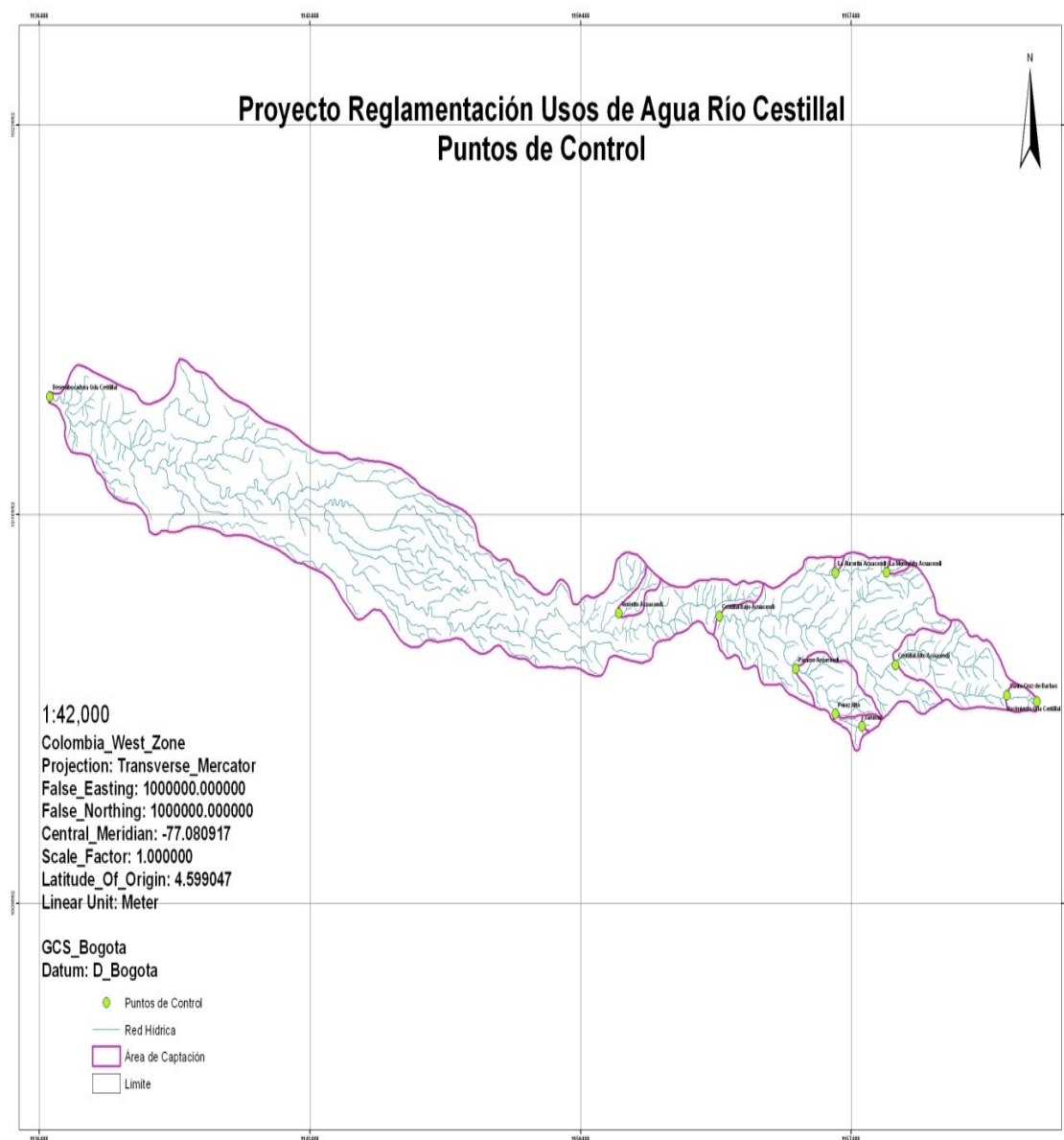
Junto con las actividades de campo se georreferenciaron cada uno de los puntos de control arrojando los siguientes datos:

**Tabla 28 Georrefrenciación de los puntos de control**

NOMBRE	CORRIENTE	AREA INFLUENCIA (km2)	COORDENADA N	COORDENADA W	ALTURA (H)
Desembocadura	Rio Cestillal	50,415	4. 45. 50,40 N	75. 50. 42,00 W	2041
Bocatoma - Acueducto Santa Cruz de Barbas	Rio Cestillal	0,309	4. 42. 54,00 N	75. 37. 19,20 W	--
Bocatoma Cestillal Alto - ACUCESDI	Rio Cestillal	3,417	4. 43. 12,00 N	75. 38. 52,80 W	1737
Bocatoma La Montañita - ACUCESDI	Qda La Montañita	0,115	4. 44. 6,00 N	72. 39. 0,00 W	1774
Bocatoma La Aurorita - ACUCESDI	Qda La Aurorita	0,044	4. 44. 6,00 N	75. 39. 43,20 W	1656
Bocatoma El Paraíso - Acueducto Yarumal	Qda El Paraíso	0,114	4. 42. 36,00 N	75. 39. 20,82 W	--
Bocatoma El Paraíso - Acueducto Pérez Alto	Qda El Paraíso	0,251	4. 42. 43,20 N	75. 39. 43,20 W	1755
Bocatoma El Paraíso - ACUCESDI	Qda El Paraíso	0,504	4. 43. 9,72 N	75. 40. 16,44 W	1813
Bocatoma Cestillal Bajo - ACUCESDI	Rio Cestillal	0,189	4. 43. 40,80 N	75. 41. 20,40 W	1507
Bocatoma El Tesorito - ACUCESDI	Qda El Tesorito	0,388	4. 43. 42,54 N	75. 42. 44,76 W	1503

**Fuente: Elaboración propia**

En la figura 10 se puede observar los diferentes puntos control sobre la cuenca del río Cestillal y en la figura 11 las áreas de influencia o recarga de cada uno de los puntos de control.



**Figura 10 Puntos de Control de la cuenca del Río Cestillal**

**Fuente: UTP. Laboratorio SIG, 2009.**

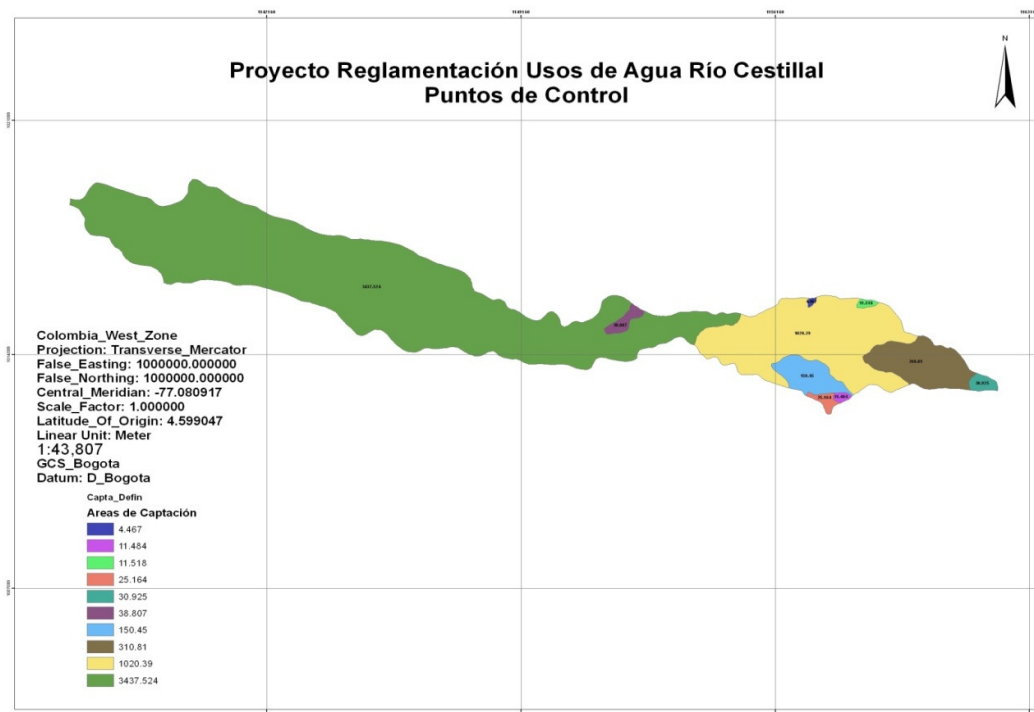


Figura 11 Áreas de influencia de los puntos de control

Fuente: UTP. Laboratorio SIG, 2009.

### 6.2.2.3 Análisis de los resultados de caudales concesionados y caudales aforados

Tabla 29 Comparación Caudales Aforos y Concesionados

Acueducto	Q Concesión (l/s)	Q (l/s) captado por los acueductos (real)	Diferencia
			Qconcesión-Qcaptado (l/s)
Q captado ACUCESDI	105	275	170
Q captado Yarumal	1,5	17	15,5
Q captado Pérez Alto	2,5	19	16,5
Q captado Santa CB	2,5	0	Se desconoce

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 29 se están comparando los caudales aforados junto con los caudales concesionados. En el caso del acueducto Cestillal el Diamante solo se consideraron los caudales captados para 5 bocatomas exceptuando La Montañita debido a que esta no fue posible aforar, sin embargo se puede apreciar que este acueducto está captando 170 l/s de mas, incumpliendo con el caudal que le fue otorgado.

Del mismo modo el acueducto Yarumal está captando 15, 5 l/s desconociendo que la quebrada el paraíso solo tiene un caudal disponible de 1,2 l/s. La CAR a este acueducto le otorgó 1,5 l/s y el acueducto no ha cumplido con este llamado, del mismo modo no cuenta con equipos de medición como un macromedidor para conocer el caudal captado.

El acueducto Pérez Alto está captando 16,5 l/s con una concesión de 2,5 l/s. Al conocer los resultados del aforo se puede aclarar los conflictos de escasez en la bocatoma Paraíso-ACUCESDI debido a que se está captando todo el caudal sin dejar un remanente que permita el curso de la quebrada y el sostenimiento del ecosistema.

Los resultados de Demanda Hídrica deja grandes conclusiones acerca del manejo que le están dando los acueductos rurales a los ríos de la región afectando de manera importante su oferta por la extracción de considerables volúmenes de agua y el poco control y vigilancia de la autoridad ambiental y de otras instituciones municipales.

#### **6.2.2.4 Reconocimiento preliminar usuarios no identificados.**

Durante las actividades de campo se reconocieron algunos usuarios ilegales con la ayuda de la comunidad, sin embargo estas captaciones no fueron aforadas ni georreferenciadas, debido a la falta de presupuesto en el proyecto UTP-CARDER. Las captaciones identificadas fueron:

- Acueducto el Hogar
- Captación de Zarpollo
- Captación quebrada el gradual (se encuentra en Altagracia y desemboca al río Cestillal), allí hay una captación para 12 familias y vierten sus residuos sobre el Río Cestillal.
- Captación quebrada la cristalina (pasa por el colegio Gonzalo Echeverri), desemboca en el río Cestillal.
- Captación quebrada la María (nace en la finca el hoyo y desemboca al río Cestillal)
- Entre vereda la palmilla-río barbas en límites con Risaralda y valle hay un acueducto que abastece 25 viviendas.

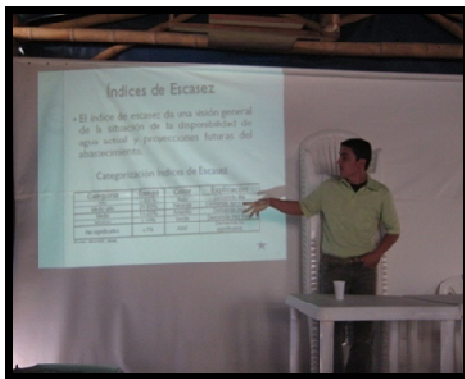


### 6.2.2.5 Socialización con los usuarios del agua

La socialización con los usuarios del agua del Río Cestillal, hace parte de la estrategias Educar y Comunicar a las partes interesadas, de tal forma que los beneficiarios del recurso se enteren y aporten elementos de juicio a la Autoridad Ambiental en la fase previa a la oficialización del marco de distribución del agua mediante el acto administrativo, en él se definen los caudales a ser asignados por la CARDER, de acuerdo a los usos del agua, necesidades y actores identificados.

*“La planeación, la gestión, el control, seguimiento y monitoreo de la cuenca se hace casi en su totalidad desde las responsabilidades y posibilidades de la Autoridad Ambiental. No existe ningún tipo de organización comunitaria para la gestión de las soluciones al mejoramiento de la cuenca.*

*Dada la importancia del Río Cestillal en el desarrollo regional y local, es preciso trabajar en un proceso de persuasión y de convencimiento de las comunidades y en especial de los beneficiarios del agua, para que avancen en un mayor nivel de organización comunitaria, como una manera de enfrentar los múltiples retos que impone el ordenamiento de este recurso” (Corpoguajira, 2008)*



Fotografía 16 y 17 Socialización con los usuarios del agua del Río Cestillal

### 6.2.2.6 Generalidades de los usuarios del agua del Rio Cestillal

Los acueductos comunitarios Cestillal el Diamante, Yarumal y Santa Cruz de Barbas fueron construidos por el comité de cafeteros de Risaralda a finales de la década del setenta, con el fin de que la población campesina atendiera sus necesidades de abastecimiento de agua potable.

Es así, *“como el gremio de productores de café, agrupados en la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, institución de carácter mixta, invirtió durante casi 40 años en infraestructura y administración de acueductos rurales en regiones con producción cafetera”*. ( Quintana, 2008)

Pero desde el año 1989, la quiebra de este sector económico hizo que progresivamente la institución entregara las infraestructuras a las comunidades para su administración y fue así como se formaron las asociaciones de usuarios de acueductos comunitarios que según Quintana, 2008 *“son estructuras sociales un poco más complejas, constituidas por una asamblea general y una junta directiva de dignatarios, responsables del mantenimiento y administración del sistema de abastecimiento comunal de agua”* y las juntas administradoras *“consisten en pequeñas agrupaciones de personas encargadas de liderar el manejo del sistema en lo que a mantenimiento de la infraestructura y recaudo de tarifas se refiere”*. Ambas asociaciones fueron creadas con el fin de poder administrar sus sistemas de acueductos en asentamientos rurales.

Sin embargo estas asociaciones comunitarias han enfrentado limitaciones en relación con el cumplimiento de las normas gubernamentales y en la obtención de niveles altos de eficiencia y efectividad.

A continuación se van a mostrar algunas generalidades de los acueductos e indicadores que dan a conocer el estado de estos acueductos rurales:

- ***Asociación Comunitaria suscriptores Acueducto Cestillal El Diamante***

Este acueducto se encuentra localizado en el corregimiento de Altagracia, su fecha de construcción data del año de 1950, el tipo de organización constituida es una asociación de usuarios liderada por el presidente Samuel Correa Tobón y el Director Administrativo Jorge Luis Gonzales. El acueducto suministra el servicio a cerca de 60.000 habitantes, de las veredas Tres Esquinas, El Retiro, Betulia, El Cóngolo, Morelia, El Brillante, Filo Bonito, El Hogar, La Linda, Alegrías, El Jazmín, Altagracia, Filo Bonito, Arabia, Guadualito, La Selva.

El acueducto Cestillal el Diamante se surte de las quebradas La Montañita, Tesorito, La Aurorita, El Paraíso, Cestillal Alto y Cestillal Bajo.

El acueducto posee un sistema de potabilización de agua, el tipo de sistema es filtración ascendente-descendente y también tiene un sistema de tratamiento compuesto de desarenador, caseta de desinfección y planta de tratamiento tipo Valrex.

ACUCESDI, presenta catastro de suscriptores y el catastro de redes está en proceso de construcción; además cuenta con micromedidores y macromedidores, programa de ahorro y uso eficiente de agua y su sistema tarifario es de acuerdo a la metodología establecida por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA).

- ***Asociación de Usuarios del Acueducto Yarumal***

Este acueducto se localiza en el corregimiento de arabia específicamente en la vereda yarumal y fue construido en el año de 1970. El acueducto Yarumal se surte de las quebradas El Paraíso afluente de la quebrada Cestillal y Las Palmas afluente del río Barbas, que abastecen a 138 viviendas.

La bocatoma de la Quebrada Paraíso está conformada por una rejilla de fondo, desarenador de doble compartimiento con 3 m<sup>3</sup> de capacidad. Desde las Palmas se lleva el agua al tanque de almacenamiento, de allí va al tanque de reserva de 60 m<sup>3</sup> que también recibe el agua captada en El Paraíso. En este lugar se clora el agua y se distribuye a todos los usuarios. Todas las conducciones son en tubería P.V.C. El acueducto hace desinfección del agua y todos los usuarios tienen micromedición. (Expediente 1342 CARDER)

El acueducto tuvo su primera concesión mediante la Resolución 016 de enero de 1995, en la cual se les permitió utilizar un caudal de 8 L/s de la quebrada Las Palmas y obtuvo renovación mediante Resolución 823 de 2007, en la cual se concede utilizar un caudal total de 4.5 L/s de las quebradas Las Palmas y El Paraíso (1.5 L/s) en jurisdicción del municipio de Pereira, para consumo humano y usos domésticos y agropecuarios de 130 viviendas por un término de 5 años. (Expediente 1342 CARDER).

El tipo de organización de este acueducto es por medio de una junta administradora.

- ***Asociación de Suscriptores de Servicio de Agua de Acueducto Pérez Alto Barrio La Esperanza***

Este acueducto se localiza en el corregimiento de Arabia, vereda Pérez Alto y fue creado en el año de 1969. El sistema de tratamiento que tiene está conformado por desarenador y caseta de desinfección.

El acueducto Pérez Alto posee catastro de redes mas no posee catastro de suscriptores, todos los usuarios tienen instalados micromedidores y esta organización ha adelantado programas de ahorro y uso eficiente de agua

El tipo de organización de este acueducto es por medio de una junta administradora

- **Asociación de usuarios, acueducto Santa Cruz de Barbas**

Se localiza en la vereda de Arabia y abastece a todo la vereda Santa Cruz de Barbas. El acueducto fue creado en el año de 1984.

Este acueducto posee un sistema de tratamiento que consiste en desarenar y caseta de desinfección. El tanque de almacenamiento se encuentra en deficiente estado.

Santa Cruz de Barbas cuenta con catastro de redes y catastro de suscriptores, programas de ahorro y uso eficiente de agua y con micromedidores y macromedidores instalados.

El tipo de organización es una junta administradora encargada de manejar el recaudo de tarifas y el sostenimiento del acueducto.

## Indicadores de estado de los acueductos rurales que se abastecen del Rio Cestillal

**Tabla 30 Cumplimiento de la normatividad ambiental por parte de los acueductos**

Cumplimiento de la normatividad ambiental				
INDICADORES	CESTILLAL EL DIAMANTE	YARUMAL	PEREZ ALTO	SANTA CRUZ DE BARBAS
Concesión de uso N°	1287	823	535	ND
Fecha de expedición	Octubre 20 del 2000	Junio 15 de 2007	Mayo 15 de 2001	ND
Entidad que expide la concesión	CARDER	CARDER	CARDER	CARDER
Vigencia de la concesión	10 años	5 años	10 años	ND
Caudal otorgado	105 L/s	1,5 L/s	2,5 l/s	ND
Uso otorgado	Domestico, sin embargo las particularidades de la zona exigen consumo pecuario y agrícola.	domestico	domestico	domestico

**Fuente: Elaboración propia**

**Tabla 31 Aspectos administrativos de los acueductos**

Aspectos Administrativos				
INDICADORES	CESTILLAL EL DIAMANTE	YARUMAL	PEREZ ALTO	SANTA CRUZ DE BARBAS
Numero de personal administrativo	5	3	2	5
Numero de personal operativo	14	1	1	1
Gastos administrativos mensuales	1.906.831	1.200.000	700.000	500.000
Tarifas	cumplen con el decreto 1282/02 de la CRA	60% tarifa mínima \$4.500, metro3 adicional \$400. Consumos básicos \$6000, \$9000, \$12000, \$15000	nivel 1 \$2000 nivel 2 \$3000 nivel 3 \$3500 nivel 4 \$10000	estratos 1-3 pagan \$ 7.000 y estratos 3-6 pagan \$12.000
Sistema tarifario	estratos socioeconómicos	estratos socioeconómicos	niveles 1,2,3,4	estratos socioeconómicos

**Tabla 32 Cobertura del sistema de acueducto**

Cobertura				
INDICADORES	CESTILLAL EL DIAMANTE	YARUMAL	PEREZ ALTO	SANTA CRUZ DE BARBAS
Número de suscriptores	3.490	138	158	65
Población abastecida	60.000	800	790	300 habitantes y personal estacionario de Smurfit 50 personas
Veredas abastecidas	Altagracia, Arabia, Morelia, Estanquillo-Palmilla	Pérez Alto, Pérez Bajo y Yarumal	Barrio la Esperanza, Sector de los Aguirres y Vereda Pérez Alto	Toda la vereda Santa Cruz de Barbas
Porcentaje de cobertura	Altagracia 90%, Arabia 80%, Morelia 90%, Estanquillo-Palmilla 95%	100%	ND	100%
Cobertura de micromedición	98%	97%	93,70%	100%
Cobertura de macromedidores	50%	0	0	50%
Consumo promedio suscriptores	Consumo promedio: 57 m3 bimestral, Consumo alto: 120m3, consumo bajo 5m3.	20-25 m³/s	20-25 m³/s	35m³/s
Número aproximado de usuarios ilegales	87	0	0	0
Estrategias de control de usuarios ilegales	Bloque de búsqueda, visitas técnicas, visita de fontanero, charlas con el delegado.	ND	revisión en predios y de micromedidores	muestreos periódicos y confrontación de información con los macromedidores y micromedidores

**Fuente: Elaboración propia**

**Tabla 33 Aspectos operativos de los acueductos**

Aspectos Operativos				
INDICADORES	CESTILLAL EL DIAMANTE	YARUMAL	PEREZ ALTO	SANTA CRUZ DE BARBAS
Número de licencias en tramite	159	0	3	0
Número de licencias concedidas en el último año	52	5	3	3
Porcentaje de perdidas	57%	ND	ND	5 al 10%
Numero de captaciones	Seis (6): Río Cestillal, Quebradas el Paraíso, la Montañita, la Aurorita y el Tesorito	Dos (2): Qda Paraíso y Qda las Palmas	Dos (2): Quebrada el Paraíso y un afluente sin nombre que es afluente de la Qda Paraíso.	Uno (1): Río Cestillal
Longitud de la tubería	67763,70 mts - 67,73 km.	ND	7.8 Km	4 km
Cuenca abastecedora	Río Cestillal, Quebradas el Paraíso, la Montañita, la Aurorita y el Tesorito	Paraíso	Paraíso	Cestillal

**Fuente: Elaboración propia**

El estudio técnico para determinar oferta y demanda hídrica del Río Cestillal deja a discusión lo siguiente:

- Exigir a todos los acueductos a obtener macromedidores en sus bocatomas, para medir el caudal captado. De la misma manera, la instalación de los micromedidores que garantiza el uso eficiente del agua por parte de los habitantes. Esto implica también que la tarifa se cobra en torno a la medición.
- Los acueductos rurales requieren de proyectos o programas para instruir a sus miembros en aspectos básicos de la prestación del servicio, contabilidad y asignación de tarifas. Así mismo, se deben realizar capacitaciones a la comunidad sobre temas relacionados con el uso eficiente de agua, clave para el sostenimiento ambiental.
- Otro aspecto clave a resaltar es la autosuficiencia financiera de los acueductos. Se debe determinar la tarifa a cobrar por la prestación del servicio de acueducto. Esta tarifa debe cubrir los costos de administración, operación y mantenimiento como mínimo y de ser posible, los costos de las reparaciones y reposiciones que requiera el sistema.
- Se puede deducir que no hay una política clara que ayude a garantizar que las fuentes de las cuales se abastecen las comunidades mantengan su caudal ecológico después de la captación para el sistema. Aunque esto es deber de la Autoridad Ambiental, esta debería ejercer presión para que sea cumplido.
- Aunque los aforos fueron realizados en épocas de invierno entre los meses de marzo y abril del presente año, es urgente ubicarnos en las épocas de verano y mirar los caudales mínimos para así conocer que el panorama en esta cuenca es más aterrador.
- No se puede hablar de eficiencia en el marco de la Gestión Integral del Recurso Hídrico cuando estos acueductos tienen pérdidas de 57% como ACUCESDI que es uno de los acueductos mejor administrados en comparación con los demás acueductos que no conocen su porcentaje de pérdidas de agua.
- La autoridad ambiental y demás entes municipales deben entender que hay una situación que hay que resolver y son corresponsables de esta problemática.
- El tipo de concesiones que está otorgando la autoridad ambiental no tienen bien definidas las quebradas de las cuales se les va a captar, sobre cuales están y que tributarios la rodean, del mismo modo no describen el número de bocatomas y el caudal concesionado para cada una de ellas. Se hace énfasis en este punto debido a que en la

concesión otorgada al acueducto Cestillal el Diamante no se tiene claro el número de bocatomas que posee y se otorgo un caudal general no para cada bocatoma.

### 6.2.3 Índice de escasez

Se calculó el índice de escasez, de acuerdo con la metodología del IDEAM (resolución 0865 de 2005), partiendo del análisis de las relaciones entre la disponibilidad hídrica y la demanda de agua que ejercen las diferentes actividades localizadas dentro de la cuenca del Rio Cestillal. *“Bajo estas consideraciones, es posible conocer la tendencia del territorio en cuanto a las altas demandas y exigencias en un futuro, especialmente si estas corresponden a un esquema de usos desordenado y sin planificación”.* (Corpoguajira, 2008)

De acuerdo con la metodología del IDEAM y con los resultados de oferta y demanda anteriormente calculados, el índice de escasez para la cuenca, se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$I_e = \frac{D}{O_n} \times 100\%$$

Donde:

$I_e$ : Índice de escasez [%],

$D$ : Demanda de agua [m³],

$O_n$ : Oferta hídrica superficial neta [m³].

100: para expresarlo en porcentaje

En la tabla 34, se presentan las categorías mediante las cuales se clasifica el índice de escasez, esta tabla va ayudar a que los valores de índice de escasez calculados para el rio Cestillal se ubiquen en una escala de valoración, la cual va a permitir conocer si hay que tomar acciones dirigidas a reducir el riesgo de desabastecimiento futuro.

**Tabla 34 Categorización del Índice de Escasez (IE)**

Categoría	Rango	Color	Explicación	
Alto	> 50 %	Rojo	Demanda alta	Existe fuerte presión sobre el recurso hídrico, denota una urgencia máxima para el ordenamiento de la oferta y la demanda. En estos casos la baja disponibilidad de agua es un factor limitador del desarrollo económico.
Medio alto	21-50%	Naranja	Demanda apreciable	Quando los límites de presión exigen entre el 20 y el 40% de la oferta hídrica disponible es necesario el ordenamiento tanto de la oferta como de la demanda. Es menester asignar prioridades a los distintos usos y prestar particular atención a los ecosistemas acuáticos para garantizar que reciban el aporte hídrico requerido para su existencia. Se necesitan inversiones para mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos hídricos
Medio	11-20%	Amarillo	Demanda baja	Indica que la disponibilidad de agua se está convirtiendo en un factor limitador del desarrollo
Mínimo	1-10%	Verde	Demanda muy baja	No se experimentan presiones importantes sobre el recurso hídrico
No significativo	<1%	Azul	Demanda no significativa	

**Fuente: MAVDT, 2004. Guía índice de escasez**

A continuación se muestran los resultados de índice de escasez para el Río Cestillal en los diferentes puntos de control.

**Tabla 35 Resumen de Índices de Escasez para la Cuenca del Río Cestillal**

N	PUNTO DE CONTROL	Q (95%) Disponible (l/s)	Demanda (20%) (l/s)	Índice de Escasez	Categoría
1	Desembocadura del Río Cestillal al Río la Vieja	0,000325	0,000155	48	Demanda Apreciable
2	Acueducto Santa Cruz de Barbas, bocatoma Río Cestillal	0,000003	0,000003	82	Demanda Alta
3	ACUCESDI, bocatoma Río Cestillal - Cestillal Alto	0,000033	0,000033	100	Demanda Alta
4	ACUCESDI, bocatoma Quebrada La Montañita	0,000001	0,000001	100	Demanda Alta
5	ACUCESDI, bocatoma Quebrada La Aurorita	0,000000	0,000000	100	Demanda Alta
6	Acueducto Yarumal, bocatoma Quebrada El Paraiso	0,000001	0,000002	128	Demanda Alta
7	Acueducto Perez Alto, bocatoma Quebrada El Paraiso	0,000003	0,000004	133	Demanda Alta
8	ACUCESDI, bocatoma Quebrada El Paraiso	0,000013	0,000013	100	Demanda Alta
9	ACUCESDI, bocatoma Río Cestillal - Cestillal Bajo	0,000119	0,000152	128	Demanda Alta
10	ACUCESDI, bocatoma Quebrada El Tesorito	0,000002	0,000002	100	Demanda Alta



La cuenca del Rio Cestillal se clasifica en la categoría de demanda alta en la zona alta y media de la cuenca y apreciable en la zona baja. Presenta una demanda alta debido a que la oferta hídrica neta es insuficiente para satisfacer una demanda exigente donde los usuarios cada vez aumentan mas e implementan actividades que requieren altos consumos hídricos para satisfacer sus necesidades; lo que indica que esta área presenta un escenario actual y tendencial de altos conflictos asociados al uso del agua, que en el contexto actual es un hecho.

La presencia de una demanda alta indica la excesiva presión que se está ejerciendo sobre la parte alta y media del Rio Cestillal, lo que puede conllevar a su desaparición en un futuro si no se aplican instrumentos de gestión, planificación y ordenación de la cuenca que pueden ayudar tanto en la protección de las fuentes como en el control de la demanda.

En este contexto, el índice de escasez es una herramienta que trae al presente consideraciones futuras para llamar la atención sobre la necesidad o no de tomar acciones hoy dirigidas a reducir el riesgo de desabastecimiento futuro.

Por todos los motivos anteriormente expuestos, la reglamentación de corrientes de agua es uno de los principales herramientas regulatorias que permiten conocer la cantidad de agua disponible ofrecida por la fuente, los niveles de demanda y con la facultad de redistribuir el agua de una cuenca con el fin de ofrecer agua para consumo humano, abastecimiento de las actividades productivas y lo más importante garantizar un remanente de agua para atender otros bienes y servicios ambientales, ofrecidos por la corriente como suministro de agua de los ecosistemas asociados, albergue de la biodiversidad acuática y recreación.

En conclusión, lo que se requiere con urgencia es definir e implementar un esquema racional en la distribución del agua, el cual minimice los conflictos de desabastecimiento especialmente en los meses de escasez.

La distribución del agua debe ajustarse a los usos del suelo y del agua, así como el crecimiento poblacional.

## **6.3 Acciones administrativas requeridas para garantizar una adecuada disponibilidad del recurso entre los diferentes usos del agua**

### **6.3.1 Síntesis situacional**

El estudio de caso de la cuenca del Rio Cestillal ha permitido conocer y comprender los factores que inciden en la disminución de la oferta hídrica y el aumento de la demanda sobre una cuenca hidrográfica, lo que ha llevado a que se presente una situación compleja y se deban tomar decisiones de tipo regulatorio como es la Reglamentación de los usos de agua. Por tal razón este estudio se ha basado en el entendimiento comprehensivo de dicha situación el cual se obtiene a través de la descripción y análisis de la situación, la cual es tomada como un conjunto y dentro de su contexto.

El estudio evalúa impactos “directos” y de corto plazo sobre los conflictos por uso del agua y “efectos secundarios” de largo plazo como es la escasez e insuficiencia para abastecer demandas actuales y futuras. La hipótesis principal que fue probada en este estudio es que a medida que se otorguen concesiones de agua sin tener en cuenta el agotamiento de los recursos, no es posible garantizar la equidad en su distribución y sostenibilidad.

Las conclusiones principales son que las autoridades competentes deben realizar de forma sistemática y periódica, las mediciones que permitan conocer en tiempo real la verdadera oferta para poder regular adecuadamente su distribución, debido a que existe una fuerte presión sobre la cuenca del Rio Cestillal, presentándose un índice de escasez alto lo que denota una urgencia máxima para el ordenamiento de la oferta y la demanda. En estos casos la baja disponibilidad de agua es un factor limitador del desarrollo económico.

La característica principal de este estudio es dar a conocer la reglamentación de usos del agua como un instrumento regulatorio que permite planificar el acceso al uso del agua por parte de todos los usuarios en una cuenca; asimismo la reglamentación requiere evaluar la disponibilidad del recurso hídrico y las posibilidades de satisfacer las demandas para los diferentes usos del agua.

El agotamiento de las fuentes hídricas del departamento de Risaralda es hoy en día una de las problemáticas ambientales más difíciles de resolver, debido a la constante presión para el aprovechamiento del recurso para nuevos proyectos y desarrollos que definen la economía de la región y requieren de este importante recurso para su sostenimiento. A lo anterior se adjunta el crecimiento poblacional en zonas de riqueza paisajística con calidad de suelos y su cercanía a la ciudad como son los centros poblados de los corregimientos de Arabia, Altagracia, La Florida, La Bella, Tribunales Córcega y Cerritos donde la demanda hídrica son exageradamente altas, lo que se prevé que las fuentes hídricas no tendrán el caudal suficiente para atender las necesidades actuales y futuras de sus habitantes.

Por todos los motivos anteriormente expuestos, es necesario continuar con el fortalecimiento de las redes hidrometeorológicas, acueductos rurales y la elaboración de estudios técnicos que den a conocer el estado actual de las

cuenclas, para así adelantar proyectos de reglamentación, además de esto para que sea un proceso orientado a la Gestión Integral de Recurso Hídrico acompañado de la responsabilidad de las autoridades ambientales en la planeación e inversiones necesarias para prevenir una futura crisis del agua en las cuencas del Departamento de Risaralda.

### **6.3.2 Acciones administrativa para garantizar disponibilidad del recurso entre los diferentes usuarios del agua**

Este tercer objetivo propone plantear acciones administrativas que coadyuden a garantizar una adecuada disponibilidad del recurso entre los diferentes usuarios del agua.

En respuesta a lo anterior, lo que se desea con este trabajo es resaltar que las cuencas del departamento de Risaralda si tienen problemas de escasez y es necesario empezar a proponer estrategias *“entendidas como aquellas soluciones, que debidamente definidas y diseñadas, permiten el logro adecuado de cada uno de los objetivos como respuesta a las problemáticas y potencialidades identificadas”* (Vega, 2007).

Desde esta óptica, las opciones para garantizar una adecuada disponibilidad de agua en los diferentes usuarios consiste en crear estrategias basadas en identificar e intervenir los factores de pérdidas de agua en los componentes técnico y comercial, con el fin de reducir las pérdidas; asimismo desarrollar estrategias que propendan por la conservación, preservación y uso eficiente del recurso hídrico.

Las estrategias que se va a implementar en este trabajo son de tipo instrumental, es decir *“una estrategia instrumental constituye las grandes líneas de acción relacionadas con el “con-qué-hacer” para llevar a cabo, dentro de un periodo de tiempo determinado, el objetivo general y/o objetivos específicos del tema de estudio.*

*Para el cumplimiento de este objetivo se deberán disponer de los instrumentos adecuados que permitan materializar cada una de las soluciones estratégicas. Estos instrumentos son, entre otros, los legales y normativos, los organizacionales, los económicos y financieros, los de información e investigación, los de educación y participación y los de planificación”.* (Vega, 2007 OPUS CIT)

Se debe tener en cuenta que la herramienta de Reglamentación de corrientes de agua únicamente tiene como objetivo final hacer una distribución de caudales cuando existen conflictos por usos del agua en términos de índice de escasez en una cuenca hidrográfica.

La reglamentación de usos de agua no va a decir cómo solucionar los problemas de desabastecimiento, por tal razón este trabajo quiere implementar estrategias que ayuden a fortalecer a los acueductos, corporaciones autónomas, sociedad civil y entes territoriales para que avancen con responsabilidad, planificación e inversiones necesarias para prevenir o evitar el

desabastecimiento y puedan garantizar una adecuada disponibilidad del recurso a los diferentes usuarios del agua.

#### **6.3.2.1 Identificación de potencialidades y problemáticas**

La identificación de potencialidades y problemáticas se realizó de acuerdo al tema de reglamentación de corrientes de agua y la influencia que ejercen los diferentes usuarios del agua sobre las corrientes de agua.

Para facilitar la identificación de potencialidades y problemáticas, se asume que las potencialidades incluyen factores político-legales, planificación, gestión integral del recurso hídrico y disponibilidad del recurso hídrico, mientras tanto las problemáticas lo constituyen factores de tipo administrativo y deterioro del recurso hídrico.

**Tabla 36 Potencialidades y Problemáticas**

OTENCIALIDAES Y PROBLEMATICAS		
Potencialidades	Político-Legales	La reglamentación de corrientes es un instrumento contemplado en la legislación colombiana decreto 1541 de 1978
		Es un instrumento que ayuda al desarrollo integrado de cuencas y la gestión eficiente del recurso hídrico
		La ley define procedimientos para aplicar el instrumento regulatoria de la Reglamentación de corrientes.
	Planificación del Recurso Hídrico	La reglamentación permite planificar el acceso al uso del agua
		La reglamentación exige conocer la oferta y la demanda hídrica
		Evita conflictos entre usuarios por el acceso al recurso hídrico
		Conduce a la CAR hacia el conocimiento del recurso
	Gestión Integral del Recurso Hídrico	Permite alcanzar una eficiente administración del uso del agua
		Exige legalizar todos los usuarios clandestinos
		Concentra esfuerzos de control y vigilancia en las captaciones principales de las corrientes de agua
		Permite conocer los principales usuarios del agua e infraestructura
	Disponibilidad recurso hídrico	Requiere analizar la oferta hídrica de las distintas fuentes existentes
		Permite hacer una distribución de caudales teniendo en cuenta condiciones actuales y futuras de oferta y demanda hídrica
		Exige conocer las demandas ecológicas o caudales y volúmenes mínimos que se deben dejar en los distintos cuerpos de agua para preservar el equilibrio del ecosistema
		Estima la demanda hídrica teniendo en cuenta crecimientos poblacionales, industriales y agropecuarios proyectados
Problemáticas (presión)	Administrativo del Recurso Hídrico	El proceso de reglamentación no es ágil ni oportuno en el departamento de Risaralda
		Existencia de usuarios ilegales
		La CAR otorga concesiones sin criterios técnicos o desconociendo la oferta y demanda real de las corrientes de agua
		La CAR no tiene implementado dentro de su organización los pasos y actividades del proceso de reglamentación de usos del agua.
		Las bases de datos de usuarios del agua son ineficientes y confusas
		En Risaralda no todas las cuencas hidrográficas poseen estaciones hidroclimatológicas, lo que dificultan conocer el estado hidrológico de las cuencas
		Los acueductos presentan infraestructura obsoleta, IANC alta, bajo presupuesto y baja administración

		No existen PUEA'S y los que existen son ineficientes
	<b>Deterioro del Recurso Hídrico</b>	Los acueductos rurales desconocen la oferta y demanda de las quebradas que captan.
		Los acueductos rurales no tienen equipos de medición de caudales en sus bocatomas
		No se está respetando el caudal ecológico
		Los conflictos de usos del suelo afectan la escorrentía del suelo y afectan el caudal en épocas de verano.
		Los cambios de usos del suelo ligados a variables de cambio climático incrementan los conflictos de abastecimiento de agua.
		En épocas de verano los ríos , afluentes y arroyos presentan problemas de escasez de agua
		Los acueductos captan más agua de la que se les es concesionada, incumpliendo con el caudal concesionado.
		Los acueductos no dejan un caudal disponible para el sostenimiento del ecosistema.
		Se está ejerciendo presión en la parte alta de las cuencas, debido a que la mayoría de los usuarios captan en los nacimientos.
		Dinámicas de crecimiento poblacional en las zonas rurales del Departamento.

**Fuente: Elaboración propia**

### **6.3.2.2 Estrategias para evitar desabastecimiento del Recurso Hídrico**

Los acueductos rurales Cestillal el Diamante, Yarumal, Pérez Alto y Santa Cruz de Barbas son asociaciones comunitarias que constituyen un ente administrador que es autónomo en sus decisiones y goza de reconocimiento jurídico, generalmente las personas que integran la dirección de la organización no gozan de ninguna remuneración y contratan personal para las labores de operación y mantenimiento como el fontanero y dependiendo de la complejidad del sistema y de la capacidad económica de la comunidad, para las labores administrativas generalmente un contador.

Actualmente estos acueductos no cuentan con los recursos económicos suficientes que les permitan optimizar, ampliar y/o renovar redes existentes. En los trabajos de campo realizados, se pudo observar los problemas que se presentan en las redes de distribución debido a que son redes que tienen 20 y 40 años de construcción y por su antigüedad y material evidencian un gran deterioro; asimismo se presentan fugas, usuarios clandestinos, vertimientos de agua en los tanques de almacenamiento, errores en la facturación que influyen a que los indicadores de índices de agua no contabilizada sean demasiado altos y se crean pérdidas de tipo técnico y comercial.

Aunque estos acueductos tengan coberturas altas y cuentan con sistemas de tratamiento (bocatomas, desarenador y caseta de desinfección), en su sistema administrativo se ha visto la necesidad de crear estrategias que coadyuden al fortalecimiento técnico, operativo, comercial e institucional de estos operadores prestadores del servicio de agua potable, para así disminuir los impactos que genera el déficit de abastecimiento de agua que existe en esta zona, pues ya en el capítulo 2 se pudo analizar que el río Cestillal presenta índice de escasez alto y se están generando conflictos entre los usuarios del agua.

A continuación se plantean seis estrategias que tienen como objetivo ayudar a disminuir los conflictos por usos del agua por acceso al recurso hídrico. Lo que se quiere con estas estrategias es tratar de racionalizar, conservar, preservar y hacer uso eficiente del recurso hídrico.

## **Estrategia 1: Fortalecimiento técnico, operativo, comercial, institucional y financiero de los operadores del servicio de agua potable**

*El Departamento de Risaralda presenta coberturas urbanas del 98.66% para acueducto, del 96.75% para el servicio de alcantarillado y del 100% para aseo. En comparación con los indicadores presentados a nivel nacional, encontramos que las coberturas de estos servicios son mayores en Risaralda que el promedio nacional, no obstante, la mayoría de los sistemas ha cumplido su vida útil y se tienen altos porcentajes de tuberías en materiales no funcionales y en mal estado, provocando **altos índices de pérdidas de agua**.*

*Aunque la cobertura urbana de acueducto es superior al 98%, en la zona rural encontramos un total de 541 acueductos, de los cuales aproximadamente el 60% de ellos no cumplen con las condiciones mínimas de potabilización. Adicionalmente, un alto porcentaje de ellos no se encuentra legalizado ante la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios y la Comisión Reguladora de Agua Potable como empresas de servicios públicos, y por ende no dan cumplimiento a la Ley del Sector, Ley 142 de 1994. (Plan Departamental de agua, 2009).*

Asimismo La Secretaria de Planeación del Municipio de Pereira, 2009 reporta en el “diagnóstico de acueductos rurales de Pereira” el estado actual de las empresas prestadoras del servicio de acueducto, identificando aspectos relacionados con información de tipo legal, administrativo e institucional que deben cumplir los prestadores del servicio, en este sentido este diagnostico reporta que la zona rural del municipio de Pereira cuenta con 70 sistemas de suministro de agua para consumo humano, los cuales son administrados por 53 prestadores del servicio. Del mismo modo reporta que los sistemas de suministro de agua para consumo humano de la población rural del municipio, “poseen 120 kilómetros de redes de aducción, de los cuales el 61,7% (74,2 km) se encuentra en buen estado, 30,9% (37,1 km) en regular estado y el restante 7,2% (8,7 km) presenta deficiencias principalmente estructurales” (UGAMYSPED<sup>8</sup>, 2009)

Mientras tanto “el total de las redes de conducción y distribución de agua para consumo humano de la zona rural municipal equivale a 283,7 kilómetros, respecto a las cuales el 53,5% (151,8 km) presenta buen estado, el 35,7% (101,5 km) tiene regular estado, y el restante 10,7% (30,4 km) posee deficiencias en su estructura o el material que la componen” (UGAMYSPED, 2009, OPUS CIT)

La situación anteriormente descrita da como resultado que el 53% de las redes de conducción y distribución que se presentan entre estado regular y deficiencias en la estructura afectan directamente los procesos de desinfección y tratamiento de

---

<sup>8</sup> Unidad de Gestión Ambiental y de Servicios Públicos Domiciliarios. Secretaria de Planeación Municipal de Pereira.



agua, asimismo se impide garantizar agua de calidad para consumo humano, continuidad en el servicio y altos porcentajes de pérdidas.

Respecto a la cobertura de micromedidores y macromedidores “el 66,1% de los prestadores del servicio de acueducto en zona rural municipal no realiza micromedición<sup>9</sup>, motivo por el cual **desconoce el porcentaje de pérdidas, los niveles reales de consumo y por ende, no realizan la contabilización del agua que producen y que distribuyen entre sus suscriptores**. El 33,9% restante tiene micromedición para sus suscriptores, con porcentajes de cobertura que oscilan entre el 50% y el 100%” (UGAMYSPED, 2009).

Los anteriores datos que revela el diagnóstico de acueductos rurales de Pereira y el Plan Departamental de Agua, demuestran que los prestadores de servicio de acueducto de las áreas rurales del departamento, aun presentan deficiencias de tipo técnico, operativo, comercial e institucional que les impide dar una buena prestación del servicio generando al mismo tiempo altos consumos de agua, que afectan y obstaculizan el manejo Integrado del Recurso Hídrico del Departamento.

Por lo anterior la estrategia de fortalecimiento técnico, operativo, comercial e institucional va dirigida a los operadores del servicio de agua potable del Departamento, debido a que son los principales usuarios del agua, que se dedican a captar y entregar el agua a los consumidores de la misma. Por lo anterior la estrategia consiste en que estos acueductos diseñen acciones tendientes a:

- Disminuir índices de agua no contabilizada IANC
- Realizar inversiones en renovar y/o mejorar la infraestructura de captación, conducción y transporte de aguas
- Medir y facturar realmente el agua distribuida con el fin de aumentar los ingresos.
- Disminuir el volumen de producción no medido ni facturado

### **Programa: Índice de agua no contabilizada**

Debido a la importancia del control sobre la operación de las empresas prestadoras de agua potable, en esta estrategia “Fortalecimiento técnico, operativo, comercial e institucional de los operadores del servicio de agua potable” se recomienda manejar un parámetro de eficiencia que permita medir, evaluar y controlar periódicamente los resultados de su operación. El índice de agua no contabilizada (IANC) es un parámetro de eficiencia el cual relaciona el volumen total de agua potable producido por la entidad con el volumen de agua facturado.

---

<sup>9</sup> Definición según normatividad o criterios técnicos.

La diferencia entre estos dos valores evidencia las pérdidas de la empresa en el ejercicio de su operación.

*“El IANC incluye la pérdida técnica, la pérdida no-técnica y el consumo legal no-facturado. La suma de estos dos últimos componentes constituye la llamada pérdida comercial. Para determinar el nivel de eficiencia de los prestadores con relación a las pérdidas de agua es necesario clasificarlas adecuadamente, de modo que se pueda definir exactamente que pérdidas están fuera del control del prestador y cuales son resultado de la gestión de la empresa” ( CRA, 2007).*

En la siguiente matriz de balance de agua definida por la CRA se explican a mayor detalle de donde provienen las pérdidas técnicas y comerciales:

**Matriz de Balance de Agua**

PRODUCCIÓN NETA	Consumo Legal	Consumo Legal Facturado	Consumo Facturado Medido	Facturación	Agua Facturada
			Consumo Facturado No Medido		
		Consumo Legal No Facturado	Consumo No Facturado Medido	Pérdida Comercial	Agua No Facturada
			Consumo No Facturado No Medido		
	Pérdidas de Agua	Pérdida No-Técnica	Consumo Ilegal	Pérdida Técnica	
			Errores Medición y Facturación		
		Pérdida Técnica	Fugas Transmisión y Distribución		
			Vertimientos Tanques Almacenamiento		
			Fugas Conexiones a Medidores Clientes		

Fuente: CRA, 2007.

Referente al estudio de caso de este trabajo “Rio Cestillal”, al realizar el análisis administrativo de los acueductos que se abastecen de este rio, se pudo constatar que los acueductos Yarumal, Pérez Alto y Santa Cruz de Barbas desconocen el porcentaje de IANC, mientras tanto el acueducto ACUCESDI afirmó que su porcentaje de pérdidas se encuentra en 57% cifra que se considera demasiado alta, ya que para la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) acepta el 30% como porcentaje máximo de pérdidas y el porcentaje que se pierda por encima de este nivel debe ser asumido por las empresas.

El acueducto Cestillal el diamante es la asociación comunitaria mas organizada que existe en la zona y son más exigentes en el cumplimiento de sus estrategias de bloque de búsqueda y visitas técnicas a los usuarios, sin embargo aun tiene el 57% de pérdidas, por lo anterior todos los acueductos deben ser contundentes con la estrategia de IANC y tener un plan de control de pérdidas donde se especifiquen claramente las políticas y procedimientos a seguir, y donde se planteen proyectos encaminados a la disminución de las pérdidas, teniendo presente el rango de tolerancia del índice establecido por la legislación.

Esta estrategia plantea que los acueductos rurales crean un programa de agua no contabilizada que al mismo tiempo se subdivide en subprogramas comerciales y subprogramas técnicos. Estos subprogramas consisten en desarrollar las siguientes tareas:

### ***Subprogramas comerciales***

- **Micromedición:** La única forma de racionalizar el consumo de agua es contar con un sistema de medición del consumo que permita saber con exactitud la cantidad de agua que se produce y suministra la red de distribución y sobre todo la que es consumida por los usuarios. Por tanto se plantea suministrar, instalar micromedidores a nuevos usuarios o aquellos que no poseen micromedidor, reponer medidores frenados, robados, dañados y revisar estado de los medidores mediante labores de verificación y calibración en laboratorio.

El objetivo de optimizar la micromedición, es poder controlar el desperdicio desmesurado de agua por parte de la población y hacer tomar conciencia de la importancia de ahorrar este importante y escaso recurso. Asimismo se pretende volver más eficiente la administración de los sistemas y conocer el volumen de agua que se produce y distribuye a los usuarios registrados por la empresa.

- **Verificación y actualización del catastro de usuarios:** actualizar y mantener el catastro de usuarios del servicio de acueducto es fundamental, ya que para el caso del municipio de Pereira, el 25% del total de prestadores cuentan con catastro de usuarios en un 100%, mientras que el 50,9%, posee listados básicos donde registran información de sus suscriptores. El 3,7% correspondiente a dos prestadores (Asociación de Usuarios del Acueducto de Combia Baja –ACUACOMBIA- y la Asociación de Usuarios del Acueducto Alto Erazo - Llano Grande I-III), posee el catastro en un porcentaje de actualización que oscila entre el 60% - 70% y el restante 20,4% no cuenta con ningún tipo de información. Son estos datos los que nos indica que el departamento se encuentra en porcentajes deficitarios respecto al catastro de usuarios.

- Identificación y legalización de usuarios clandestinos: visitas a los predios para identificación de usuarios ilegales e incorporarlos como suscriptores.
- Gestión comercial en la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado: instalación de nuevas conexiones domiciliarias, restablecer conexiones de los servicios de acueducto, efectuar la suspensión y reconexión del servicio de acueducto, realizar la lectura y crítica de los consumos, atención a peticiones, quejas y reclamos, establecer comunicación con los clientes y medir su percepción acerca de los servicios prestados por los acueductos.

### **Subprogramas Técnicos**

- Macromedición: implementación de la macromedición en las bocatomas, con el propósito de realizar balances que permitan identificar pérdidas de agua.
- Zonificación y catastro de redes: *“el catastro de redes se define como un sistema de registro y archivo de información técnica estandarizada (fichas, plantos, etc) y relacionada con todos los detalles técnicos de ubicación de tuberías, diámetros, válvulas y todo otro complemento o accesorio importante que se tenga incorporado o haga parte de las redes, y se constituye como una importante herramienta para el proceso administrativo, para la planificación de actividades conducentes al mejoramiento de la prestación del servicio, y para la correcta y oportuna toma de decisiones”* (UGAMYSPED, 2009)

La aplicación de este subprograma es de gran importancia; solo para el caso de la zona rural del municipio de Pereira el 24,5% del total de prestadores poseen catastro de redes en un 100%, y el 9,4% tiene entre el 50% y el 80% de sus catastros. El restante 36,1% de los prestadores, no cuenta con esta herramienta, aunque algunos de ellos cuentan con planos realizados por la entonces Empresa de a Servicios Públicos de Pereira. (UGAMYSPED, 2009 OPUS CIT)

- Detección y control de fugas: continuar con el programa de bloque de búsqueda para detectar fugas en las redes de distribución y hacer reparación y/o reposición.
- Promoción del uso de tecnologías de bajo consumo de agua: incentivar el uso de tecnologías que conlleven a disminuir los consumos innecesarios de agua.

## **Programa: Capacidad y Disposición para el Pago de Tarifas y el Manejo Fondos**

Los acueductos rurales del Departamento de Risaralda cobran tarifas a muy bajo precio o incluso algunos acueductos no hacen cobro, lo que impide dar un sostenimiento a los acueductos en sus aspectos más básicos. Según el diagnóstico que realizó la Secretaria de Planeación 2009, reporta que *“Según las exigencias de la normatividad vigente en el sector de servicios públicos domiciliarios, las técnicas administrativas y financieras de la mayor parte de los acueductos, según los resultados arrojados en el diagnóstico, son débiles, el proceso de planeación está ausente en muchos de ellos, las tarifas no se construyen con base en los costos fijos y variables, y por ende los presupuestos son escasos; tampoco es tomada en cuenta la oferta hídrica vs. la demanda, y por lo tanto se considera insostenible garantizar la prestación del servicio, bajo los principios de eficacia y eficiencia”*

La mayoría de los prestadores del servicio de acueducto de la zona rural del departamento de Risaralda desconocen las disposiciones emitidas por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) cuya función es expedir metodologías tarifarias aplicables a los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo; cada empresa obtendrá su tarifa de acuerdo con sus costos de referencia.

Según la UGAMYSPEL, 2009 el 69,8% del total de acueductos rurales del municipio de Pereira aplica la metodología según la CRA<sup>10</sup>, El 17% cobra una tarifa según lo dispuesto por la Asamblea General, y el restante 13,2% no realiza el cobro por la prestación del servicio.

Según el estudio de caso Río Cestillal, muchos de los prestadores de servicio de acueducto tienen un sistema tarifario por estratos socioeconómicos y con un cargo básico dispuesto por la asamblea general de cada uno. Estos sistemas tarifarios obedecen a las condiciones socioeconómicas de la población.

Por lo anterior, esta propuesta tiene como desafío lograr que las comunidades implementen las metodologías tarifarias dispuestas por la CRA o según la posición de cada acueducto y su asamblea general; que los usuarios paguen una cuota más razonable y suficiente para cubrir los gastos de operación y mantenimiento, o por lo menos aquellas empresas agropecuarias que se sitúan en las zonas rurales y usan el agua para fines exclusivamente lucrativos como la instalación de avícolas, caballerizas, porcícolas, piscícolas, sitios de recreación, restaurantes

---

<sup>10</sup> Resolución CRA No. 287 de 2004. Por la cual se establece la metodología tarifaria para regular el cálculo de los costos de prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado

paguen una cuota más alta debido a que son los usuarios que demandan más agua para su funcionamiento.

Con esta propuesta se puede lograr guardar un porcentaje que constituya un fondo de amortización o reserva para reemplazar accesorios y tuberías, y reparar fugas y a la vez se pueda ir fortaleciendo los aspectos técnicos, operativos, comerciales e institucionales.

Para el cumplimiento de esta estrategia es necesario la intervención en asistencia técnica para que asesore y coordine una metodología para fijar las tarifas apropiadas que a través de una formula tarifaria en base a un estudio comparativo y cierto grado de asesoramiento experto sobre lo que puede razonablemente esperarse para los niveles de capacidad y disposición de pago de las comunidades rurales en diferentes sectores geográficos de la región. (Edwards, 1997)

Los elementos de la formula tarifaria que se deben considerar son:

- Los costos operativos: energía, químicos, suministros, salarios del operador y administración.
- Nivel de servicio para los clientes: cantidad de conexiones, consumo mensual anticipado.
- Porcentaje a ahorrar como parte del fondo de reserva.
- Factor de inflación que se anticipa.
- Nivel económico de la comunidad y capacidad de pago
- Cuota requerida para participar en el contrato de operación y mantenimiento en caso de roturas de emergencia.

## **Estrategia 2 Legalizar la totalidad de los usuarios que se benefician de manera directa de la oferta hídrica.**

Al momento de conocer la base de datos referente al tema de otorgamiento de concesiones que poseen las Corporaciones Autónomas Regionales, se pueden conocer las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas que han obtenido concesiones para alcanzar el derecho al aprovechamiento de las aguas para fines de abastecimiento doméstico en los casos que requiere derivación, uso industrial, generación de energía, explotación minera, acuicultura y pesca, recreación y deporte entre otros.

Sin embargo al realizar trabajo de campo con el fin de reconocer aquellos usuarios ilegales, se empiezan a conocer una gran cantidad de usuarios que utilizan el agua para consumo humano, colectivo o comunitario, usos agropecuarios entre ellos la acuicultura y la pesca, uso agrícola riego y drenaje, usos industriales, usos mineros y usos recreativos que no han legalizado por medio de una concesión su derecho al aprovechamiento de las aguas para sus fines.

Es así, como La Secretaria de Planeación del Municipio de Pereira reporta en su informe “Diagnostico Acueductos Rurales de Pereira” los usuarios ilegales que no poseen algún tipo de permiso, siendo así para el caso del Municipio *“el 54,7% de los prestadores de acueducto rural de Pereira, tiene concesión de agua actualizada por la Corporación Autónoma Regional de Risaralda. El 20% de los acueductos ha tenido concesión de agua pero en el momento se encuentra vencida. El restante 35,3% carece de esta autorización”* (UGAMYSPD, 2009)

El 35,3% de los acueductos del municipio de Pereira que no poseen concesión manifiestan su total desconocimiento frente al trámite y otorgamiento de una concesión además este informe reporta que existen concesión para las fuentes hídricas abastecedoras principales, más no para aquellas que tienen como alternativa, por ejemplo para periodos de verano.

Por lo anterior, al no tener conocimiento del número de usuarios ilegales y la cantidad de agua captada por cada uno de ellos, se empieza a crear una situación de conflicto de usos de agua entre usuarios legales y no legales al momento en que una cuenca presenta índice de escasez alto, es decir el agua empieza a ser deficitaria en algunos meses del año y la cantidad disponible no es la suficiente para suplir las necesidades de toda una región, municipio o cabecera.

Para llevar a cabo la estrategia de legalizar la totalidad de los usuarios que se benefician de manera directa de la oferta hídrica, es fundamental que las autoridades ambientales visiten los predios y realicen campañas de comunicación, concientización, foros, talleres con el fin de involucrar el conjunto de actores sociales en un proceso de participación y convenzan a todas las personas que utiliza ríos, arroyos, quebradas, afluentes y canales de riego derivados, para consumo doméstico (preparación de alimentos, aseo de personas y viviendas y demás labores domésticas), riego de sus cultivos (plátano, yuca, arroz, tomate, entre otros) o la cría de animales acercarse a las corporaciones para que legalice su uso mediante la concesión de agua.

La importancia de esta estrategia es tener el conocimiento de la cantidad de usuarios que se están beneficiando directamente de la cuenca y al momento de reglamentar una corriente de agua se puedan tener en cuenta el reparto actual de las aguas, las necesidades de los predios que las utilizan y obtener una mejor distribución de las aguas de cada corriente o derivación de manera equilibrada evitando conflictos entre usuarios del agua.

Los pasos que se deben llevar a cabo son:

- Para no realizar un inventario predio a predio se propone hacer una selección de escenarios donde se ubica cada acueducto, esto consiste en determinar áreas homogéneas, lo que permite categorizar la cuenca y conocer los predios que la rodean y se abastecen de ella.

- Proceder a solicitar el catastro de usuarios que posee cada acueducto, los usuarios que no estén reportados en el catastro deben ser visitados para conocer de qué forma se abastecen.
- Es fundamental que las autoridades ambientales, las alcaldías de cada municipio creen programas para dar acompañamiento y asesoría a los acueductos para que obtenga el catastro de usuarios, ya que son las autoridades ambientales las primeras beneficiadas en obtener información de primera mano.
- Localizar el usuario ilegal
- Reconocer el río, arroyo, bocatoma de donde se abastecen los usuarios clandestinos y georreferenciar el punto de captación.
- Poner en conocimiento al usuario la importancia de legalizar su uso del agua.

**Estrategia 3: Gestionar o vigilar planes de uso eficiente del agua (PUEA'S), especialmente para empresas y predios cuyos usos intensos generan conflictos de uso.**

En la normatividad colombiana se expidió el decreto 373 de 1997 el cual establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua y consta de desarrollar un conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico.

Para el caso del Departamento de Risaralda más de la mitad de los prestadores del servicio de acueducto en zona rural, desconocen la Ley 373 de 1997 y los términos de referencia que estipula la ley. Asimismo los acueductos desconocen que esta ley es de obligatorio cumplimiento y debe ser formulada y presentada ante la autoridad ambiental encargada del manejo, protección y control del recurso hídrico y quien tiene la responsabilidad de asesorar y aprobar la implantación y ejecución de dichos programas.

La estrategia Gestionar y Vigilar planes de uso eficiente de agua se trata de que los acueductos rurales diseñen planes de uso eficiente de agua que sirvan como apoyo a la implementación de las otras estrategias como la disminución de IANC, fortalecimiento técnico de los operadores, micromedición y macromedición, detección y control de fugas, legalización de usuarios, entre otros.

El objetivo de gestionar estos programas o vigilarlos si ya son existentes, es poder por medio de campañas de apoyo llegar a la comunidad y lograr una



efectiva concientización en el uso eficiente y el ahorro del agua y poder incentivar a los usuarios que establecen consumos básicos o desincentivar los consumos máximos, igualmente establecer procedimientos, tarifas y medidas a tomar para aquellos consumidores que sobrepasen el consumo máximo fijado.

#### **Estrategia 4: Educar y comunicar**

La estrategia educar y comunicar está íntimamente relacionada con los actores sociales involucrados directamente al proyecto del ordenamiento del recurso hídrico. Por lo tanto la participación de actores gubernamentales (de orden nacional, territorial y regional) y actores no gubernamentales (empresas de acueducto y alcantarillado, sectores productivos, universidades, juntas de acción comunal, asociación de usuario y la comunidad en general) son a estas organizaciones a las que va dirigida la estrategia educar y comunicar y por lo tanto esta estrategia se concibe como el principal eje estructurante para dignificar y dar sustento social a la propuesta.

Según lo definido por Pesci (2002) *“la dimensión de la información – comunicación debe estar permanentemente presente en la elaboración del proyecto, en especial por el proceso de participación social permanente, así como por la necesidad de que el equipo de trabajo que hace parte de la elaboración del proyecto logre alianzas con los actores sociales. Ello conlleva una permanente visión comunicacional del proceso, cómo decir, cómo definir, cómo interactuar, cómo difundir y generar procesos de foros de discusión, de talleres, de involucramiento del conjunto de los actores sociales”*

En este sentido la estrategia educar y comunicar propone organizar y dictar cursos-talleres para los usuarios que se abastecen directamente de la cuenca hidrográfica. La idea es que la comunidad conozcan el tema de reglamentación de usos del agua, que se enteren de los procedimientos y solicitudes que se deben hacer al momento de captar agua para uso industrial, consumo humano, agropecuario, generación de energía hidroeléctrica o usos recreativos, esto con el fin de convencer a la población de legalizar sus captaciones a través de concesiones de agua.

Al momento de divulgación del proyecto se plantea la necesidad de construir un plan de comunicación ya sea multimedia (portal de internet), folletería, publicación institucional, campañas y eventos para divulgar la idea y características del proyecto de reglamentar y ordenar cuencas hidrográficas.

La divulgación se dirigirá esencialmente hacia el usuario potencial de la cuenca, pero también hacia otras entidades interesadas como las político-institucionales, universidades, empresarios con el fin de difundir esta experiencia a otras regiones del país.

Finalmente se pretende con esta estrategia lograr que los usuarios conozcan la situación actual de su cuenca y que conciban el tema de reglamentación de corrientes como un instrumento que ayuda a dar sostenibilidad a la cuenca en un futuro. Si la comunidad entiende este instrumento se pretende lograr un cambio de actitudes y valores favorables a la conservación ambiental, el manejo de los recursos naturales, producción sostenida, capacidad de gestión y organización local.

### **Estrategia 5: Protección de ecosistemas**

Esta estrategia consiste en priorizar las cuencas y acuíferos donde se requiere llevar a cabo acciones de protección de las fuentes existentes. La priorización se dará alrededor de aquellas cuencas que están llevando a cabo un proceso de reglamentación de sus usos del agua, debido a su escasez e insuficiencia para abastecer demandas actuales y futuras.

Esta estrategia propone delimitar reservas de agua dentro de las cuales se prohíba otorgar permisos o concesiones para todos o determinados usos del recurso, con el fin de adelantar programas de restauración, conservación o preservación de la calidad o cantidad de las aguas o de mantener una disponibilidad de aguas públicas acorde con las necesidades actuales y proyectadas.

Esta estrategia también propone dar cumplimiento al artículo 43 de la ley 99 de 1993 la cual establece en su parágrafo que todo proyecto que involucre en su ejecución el uso del agua, tomada directamente de fuentes naturales, bien sea para consumo humano, recreación, riego o cualquier otra actividad industrial o agropecuaria, deberá destinar no menos de un 1% del total de la inversión para la recuperación, preservación y vigilancia de la cuenca hidrográfica que alimenta la respectiva fuente hídrica. El propietario del proyecto deberá invertir este 1% en las obras y acciones de recuperación, preservación y conservación de la cuenca que se determinen en la licencia ambiental del proyecto.

### **Estrategia 6: Seguimiento y Evaluación por parte de las autoridades ambientales**

Las autoridades ambientales están obligadas a ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua con el fin de evitar causar daño o poner en peligro el normal desarrollo sostenible de los recursos naturales renovables.(Ley 99 de 1993, artículo 12)

Sin embargo la autoridad ambiental del Departamento (CARDER) no está efectuando sus obligaciones reflejándose en el desconocimiento de la oferta y de la demanda de agua que ha llevado a que las concesiones sobre el recurso se otorguen sin tener en cuenta el agotamiento del mismo, por lo tanto, no es posible garantizar la equidad en su distribución y sostenibilidad.

Asimismo al efectuar los aforos de las captaciones de los acueductos que poseen concesiones se comprobó que todos los acueductos captan más caudal del que está estipulado en la concesión de agua. Esta situación refleja la baja gestión y administración poco eficaz que está llevando la CAR en el tema de la Gestión Integral del Recurso Hídrico.

Por ello es ineludible que las autoridades competentes realicen de forma sistémica y periódica las mediciones que permitan conocer en tiempo real la verdadera oferta y demanda que están ejerciendo los usuarios del agua para poder regular adecuadamente su distribución.

Por lo anterior es necesario definir en forma concertada las mejores alternativas de gestión del recurso en la cuenca, incluyendo alternativas de monitoreo del recurso y alternativas de solución o mitigación de los problemas hídricos existentes a este nivel y cumplir las funciones de ley relacionadas con la administración de los usos del agua.

Esta estrategia de seguimiento y evaluación plantea que las autoridades ambientales desarrollen *“un conjunto de acciones de monitoreo, seguimiento, evaluación, investigación, aprendizaje, retroalimentación de políticas y el diseño de instrumentos, como en la ejecución e implementación de las mismas, de manera que garantice una adecuada retroalimentación de información para la toma de decisiones y para el mejoramiento continuo”* (Vega, 2007)

El seguimiento y evaluación de las estrategias se realiza mediante procesos dinámicos de verificación continua al cumplimiento de sus principios, a la aplicación y cumplimiento de sus soluciones estratégicas y al cumplimiento de sus objetivos.

Para lograr dicho seguimiento y evaluación es necesario recurrir al uso de herramientas y mecanismos adecuados como son un sistema de indicadores para el seguimiento y evaluación o mediante mecanismos de control de gestión institucional (Vega, 2007. OPUS CIT)

### **6.3.2.3 Plan de acción**

*“El plan de acción se constituye la herramienta metodológica que permite esquematizar el orden temporal y lógico de las actividades requeridas para alcanzar determinado objetivo, los responsables de ejecutarlas y los recursos (humanos, económicos, financieros, entre otros) necesarios para desarrollarlas*

*Generalmente un plan de acción debe contener los siguientes elementos:*

- *Una declaración de lo que se quiere lograr (la producción o los resultados que surgen del proceso de planificación estratégica)*

- Una explicación detallada de los pasos a seguir para lograr este objetivo
- Algún tipo de horario para fijar cuando se tiene que realizar y cuanto tiempo es necesario (cuándo)
- Una aclaración de quien será el responsable de asegurarse de que se complete correctamente cada paso (quien)
- Una aclaración de las aportaciones/ recursos necesarios<sup>11</sup>

A continuación se da a conocer el plan de acción para cada una de las estrategias propuestas en este trabajo. Por lo tanto, las actividades, indicadores, responsables y recursos aquí planteados son propuestas que deben ser discutidas y analizadas por cada una de las entidades responsables de la Gestión Integral del Recurso Hídrico en el Departamento de Risaralda.

**Tabla 37 Plan de acción – estrategia 1**

Estrategia 1: Fortalecimiento técnico, operativo, comercial , institucional y financiero de los operadores del servicio de agua potable				
Iniciativa estratégica	Actividades	Indicadores	Responsable/asesor	Recursos/costos
<b>Programa índice de agua no contabilizada</b>	Suministrar, instalar, reponer micromedidores	-N° de micromedidores instalados -N° de micromedidores en funcionamiento -N° de suscriptores con medidor	Acueductos , plan departamental del agua	Materiales, equipos, tiempo de personal
	Realizar catastro de usuarios del servicio de acueducto	-% de prestadores del servicio de acueducto con catastro de usuario -N° de suscriptores por acueducto	Municipios y Acueductos	Tiempo de personal
	Identificar y legalizar usuarios clandestinos	-N° de usuarios con concesiones -% de usuarios clandestinos en el departamento	Corporación Autónoma Regional CARDER	Tiempo de personal
	Instalar nuevas conexiones domiciliarias para evitar usuarios clandestinos	N° de conexiones domiciliarias anuales	Acueductos	Materiales, equipos, tiempo de personal
	Efectuar la suspensión y reconexión el servicio de acueducto	-N° de suspensiones anuales -N° de cortes anuales	Acueductos	Equipos, tiempo de personal

<sup>11</sup> CIVICUS, (alianza mundial para la participación ciudadana.2007. planificación de acción

	Realizar la lectura y crítica de los consumos de agua	-% comportamiento de consumos básicos, medios y altos -volumen de agua facturada anualmente	Acueductos	Equipos, Tiempo de personal
	Atención a petición, quejas y reclamos de los usuarios	N° de peticiones, quejas y reclamos anuales	Acueductos, CARDER, Entes territoriales	Tiempo de personal
	Establecer comunicación con los clientes		Acueductos	Tiempo de personal
	Instalar macromedidores en las bocatomas	N° de macromedidores instalados por acueducto	Acueductos, Plan departamental de agua	Materiales, equipos, tiempo de personal
	Realizar una zonificación y catastro de redes	% de acueductos que poseen catastro de redes	Acueductos, Alcaldías y plan departamental del agua	Materiales, equipos, tiempo de personal
	Detección y control de fugas en las redes de distribución	-% IANC -Volumen de pérdidas $m^3$ -volumen de pérdidas por suscriptor $m^3$ /mes-suscriptor. -volumen de pérdidas en red de distribución $m^3$ /mes-km)	Acueductos	Materiales, equipos, tiempo de personal
	Renovación de redes de acueducto	Km de redes renovadas	Acueductos, Plan departamental de agua	Materiales, equipos, tiempo de personal
	Campañas para la promoción del uso de tecnologías de bajo consumo de agua	-N° de talleres -N° de jornadas educativas	Acueductos	Materiales, Tiempo de personal
<b>Programa capacidad y disposición para el pago de tarifas y el manejo de fondos</b>	Asistencia técnica que asesore y coordine una metodología para fijar tarifas apropiados		Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA)	Materiales, equipos, tiempo de personal

**Fuente: Elaboración propia**

**Tabla 38 Plan de acción – estrategia 2**

<b>Estrategia 2: Legalización de la totalidad de los usuarios que se benefician de manera directa de la oferta hídrica</b>				
<b>Iniciativa estratégica</b>	<b>Actividades</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Responsable/asesor</b>	<b>Recursos/costos</b>
<b>Programa legalización de usuarios del agua</b>	Selección de escenarios donde se ubica cada acueducto, para conocer los predios que pueden ser abastecidos por el acueducto	N° de suscriptores por acueducto	CARDER	Materiales, tiempo de personal
	Solicitar y revisar el catastro de usuarios que posee cada uno de los acueductos	-% de prestadores del servicio de acueducto con catastro de usuario -N° de suscriptores por acueducto	CARDER	Tiempo de personal
	Localizar aquellos usuarios que no hacen parte del catastro de usuarios ya que son posibles usuarios clandestinos	N° de usuarios clandestinos por sector	CARDER y Acueductos	Tiempo de personal
	Reconocer río, arroyo o bocatoma donde se abastecen los usuarios clandestinos	N° de usuarios sin concesiones N° de Qdas abastecedoras	CARDER	Tiempo de personal
	Georreferenciar los puntos de captación	N° de puntos de captación georreferenciados	CARDER	Equipos, tiempo de personal
	Legalizar usuarios clandestinos	-N° de concesiones otorgadas anualmente -N° de concesiones solicitadas anualmente -N° de usuarios clandestinos legalizados por la CAR	CARDER	Materiales , tiempo de personal

**Fuente: Elaboración propia**

**Tabla 39 Plan de acción – estrategia 3**

<b>Estrategia 3: Gestionar o vigilar planes de uso eficiente del agua (PUEA'S)</b>				
<b>Iniciativa estratégica</b>	<b>Actividades</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Responsable/asesor</b>	<b>Recursos/costos</b>
<b>Programa uso eficiente y ahorro del agua</b>	Asesorar y dar acompañamiento a los acueductos para que diseñen los planes de uso eficiente de agua	-N° de acueductos con PUEA's aprobados -N° de acueductos con PUEA's formulados	CARDER y Acueductos	Materiales, equipos, tiempo de personal
	Realizar campañas donde se dé a conocer los objetivos de los PUEAS a la comunidad	-N° de talleres de formación -N° jornadas educativas	Acueductos	Materiales, tiempo de personal
	Establecer consumos mínimos, medios y máximos	Consumo promedio m <sup>3</sup> por usuario	Acueductos	Tiempo de personal
	Incentivar a los consumos básicos		Acueductos	Materiales, tiempo de personal
	Establecer procedimientos y tarifas altas para aquellos consumidores que sobrepasan los consumos máximos fijados	-% de usuarios que sobrepasan consumo mensual de 20m <sup>3</sup> -Valor de tarifa después de 20m <sup>3</sup>	Acueductos	Tiempo de personal
	Implementar tecnologías limpias y de uso eficiente y ahorro del agua	N° de cambios tecnológicos N° de horas de capacitación al personal	Acueductos, Plan departamental de agua	Materiales, equipos, tiempo de personal
	Hacer el seguimiento de cada uno de los PUEAS elaborados por los acueductos	-N° de acueductos con PUEA's aprobados -N° de acueductos con PUEA's formulados	CARDER	Tiempo de personal

**Fuente: Elaboración propia**

**Tabla 40 Plan de acción – estrategia 4**

<b>Estrategia 4: Educar y Comunicar</b>				
<b>Iniciativa estratégica</b>	<b>Actividades</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Responsable/asesor</b>	<b>Recursos/costos</b>
<b>Programa de sensibilización y educación</b>	Capacitar el personal responsable del programa de sensibilización y educación para la reglamentación de corrientes de agua	N° de personal capacitado N° de horas de capacitación al personal	CARDER, Municipio <sup>12</sup>	Materiales, tiempo de personal
	Talleres de normatividad y marco legal	N° de talleres dictados anualmente N° de personas que asistieron al taller	CARDER, Municipio	Materiales, tiempo de personal
	Recorridos guiados a la comunidad y usuarios	N° de recorridos realizados anualmente	CARDER	Tiempo de personal
	Seminario taller de diálogos con usuarios por sector	N° de seminarios dictados anualmente	CARDER	Materiales, tiempo de personal
	Evento cultural	N° de personas que asistieron al evento	CARDER	Materiales, tiempo de personal
	Conformación de un comité de usuarios	N° de personas que conforman el comité	CARDER, Acueductos y Sociedad civil	Tiempo de personal
	Distribución de material didáctico	N° de ejemplares distribuidos en toda la jurisdicción	CARDER	Materiales, tiempo de personal

**Fuente: Elaboración propia**

<sup>12</sup> “Los Municipios tienen la función de colaborar con las Corporaciones Autónomas Regionales, en la elaboración de los planes regionales y en la ejecución de programas, proyectos y tareas necesarios para la conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables” (Ley 99 de 1993, artículo 65)



**Tabla 41 Plan de acción – estrategia 5**

<b>Estrategia 5: Seguimiento y evaluación por parte de las autoridades ambientales</b>				
<b>Iniciativa estratégica</b>	<b>Actividades</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Responsable/asesor</b>	<b>Recursos/costos</b>
<b>Programa seguimiento a la calidad, disponibilidad y uso del recurso hídrico</b>	Fijar los indicadores para medir la efectividad de los programas y proyectos adoptados	% cumplimiento de objetivos % cumplimiento de metas	CARDER, Entes territoriales, Acueductos.	Equipos, tiempo de personal
	Hacer un seguimiento a los indicadores en función de avance a los procesos planeados y ejecutados, que permiten el ajuste de los mismos	N° de indicadores formulados N° de indicadores ajustados	CARDER, Entes territoriales.	Equipos, tiempo de personal
	Evaluar la efectividad del plan de acción comparando el indicador ambiental que representa la situación en el momento de evaluación con el indicador esperado de acuerdo con el avance de la gestión.	N° de objetivos y metas alcanzados	CARDER y Entes territoriales.	Materiales, equipos, tiempo de personal
	Los resultados de las evaluaciones del plan de acción y de la implementación de las estrategias deben analizarse y, si es el caso, deben conducir a la revisión y ajuste de la planificación de los programas y proyectos en ejecución.	N° de programas y proyectos en ejecución N° de cambios y ajuste en los nuevos programas.	CARDER y Entes territoriales,	Materiales, equipos, tiempo de personal

**Fuente: Elaboración propia**

## 7. CONCLUSIONES

- La mayor ventaja de reglamentar los usos del agua de una fuente hídrica consiste en poder planificar el acceso al uso del agua por parte de todos los usuarios en una cuenca; asimismo la reglamentación como herramienta regulatoria y de gestión contemplado en la legislación colombiana, permite a este instrumento ejercer una eficiente administración del uso del agua, conocer condiciones actuales y futuras de oferta y demanda hídrica de la cuenca, evitando conflictos entre usuarios por el acceso al recurso.
- En el contexto del departamento de Risaralda el tema de reglamentación de corrientes de agua es incipiente, por tanto este trabajo plantea rutas y opciones metodológicas que sirven de apoyo a la Corporación Autónoma Regional de Risaralda al momento de reglamentar una cuenca con tendencias deficitarias o cuando el caudal concesionado o demandado por la comunidad sobrepase el 50% del caudal total disponible, en épocas de sequía.
- En el proceso de aplicar la metodología de transposición de caudales para determinar la oferta y demanda actual y futura de la cuenca del Río Cestillal, se identificaron problemas de escasez del recurso y conflictos entre los diferentes usuarios del agua, al no disponer de una oferta hídrica neta disponible para atender las necesidades de la demanda que se ejerce sobre ella. Asimismo durante el análisis de los datos, se constató que los usuarios del agua como lo son los acueductos rurales no están respetando el caudal ecológico requerido para el sostenimiento del ecosistema, la flora y la fauna que habita en la cuenca al no permitir dejar un caudal suficiente para distribuirlo aguas abajo ya que como mínimo en la fuente debe quedar un remanente de agua capaz de garantizar las características de los caudales mínimos históricos y de abastecer las fuentes frágiles o vulnerables.
- De igual forma los resultados de índice de escasez arrojaron condiciones deficitarias en la cuenca alta y media de Río Cestillal debido a que la oferta hídrica neta es insuficiente para satisfacer una demanda exigente donde los usuarios cada vez aumentan mas e implementan actividades que requieren altos consumos hídricos para satisfacer sus necesidades; lo que indica que esta área presenta un escenario actual y tendencial de altos conflictos asociados al uso del agua, que en el contexto actual es un hecho.
- La presencia de una demanda alta indica la excesiva presión que se está ejerciendo sobre la parte alta y media del Río Cestillal, lo que puede conllevar a su desaparición en un futuro si no se aplican instrumentos de gestión, planificación y ordenación de la cuenca que pueden ayudar tanto en la protección de las fuentes como en el control de la demanda.

- El estudio técnico de oferta y demanda hídrica para la cuenca del río Cestillal dio a conocer la situación real a la que se enfrentan los usuarios principales de la cuenca que para este estudio de caso son los acueductos rurales Santa Cruz de Barbas, Yarumal, Pérez Alto y Cestillal el Diamante cuyos problemas de orden técnico, operativo, comercial e institucional impiden tener eficiencia en el en el marco de la Gestión Integral del Recurso Hídrico, situación que dificulta implementar estrategias de racionamiento hídrico.
- En razón a lo anterior, en este trabajo se plantearon acciones administrativas representadas en estrategias dirigidas a garantizar una adecuada disponibilidad del recurso entre los diferentes usuarios del agua. Las estrategias tienen como objetivo identificar y ayudar a disminuir los conflictos por usos del agua por acceso al recurso hídrico, basada en identificar e intervenir en los factores de pérdidas de agua en los componentes técnico y comercial de los acueductos rurales, con el fin de reducirlas.
- Las actividades, indicadores, responsables y recursos contenidos en el plan de acción, son propuestas que deben ser discutidas y analizadas por cada una de las entidades responsables de la Gestión Integral del Recurso Hídrico en el Departamento de Risaralda.
- La autoridad ambiental del departamento de Risaralda no está cumpliendo eficientemente la función de controlar y vigilar los usuarios del agua que obtienen concesiones para diferentes usos del agua, ya que durante el trabajo de campo se demostró que estos usuarios captan el doble del agua que les es permitida, creando conflictos de uso del agua principalmente en épocas de verano. Es función de esta corporación contar con los mecanismos necesarios para monitorear en forma continua los caudales captados por los diferentes usuarios y así evitar desabastecimiento y conflicto entre la comunidad por escasez o especulación.
- En la solución a esta problemática tienen injerencia diferentes instituciones, desde lo que le compete a la autoridad ambiental del departamento de Risaralda, está ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua, como a las entidades territoriales -alcaldía y gobernación- entidades responsables en realizar gestiones interinstitucionales pertinentes para que promuevan, cofinancien o ejecuten obras y proyectos enfocados a la conservación, priorización y recuperación de las cuencas hidrográficas del departamento.

## 8. RECOMENDACIONES

- Es necesario que la autoridad ambiental –CARDER- disponga de información sistematizada sobre el número de usuarios existentes (legales e ilegales) y potenciales del recurso, que permita con base en la disponibilidad neta asignar equitativamente el recurso hídrico para los diferentes usos.
- A través de la autoridad ambiental del departamento realizar ejercicios de priorización que permitan orientar y seleccionar aquellas cuencas, subcuencas, microcuencas y acuíferos con problemas actuales o proyectados de escasez del recurso hídrico.
- Los resultados arrojados con respecto a la oferta y demanda hídrica en la cuenca del Rio Cestillal señalan la urgencia de .llevar a cabo en esta cuenca un proceso de redistribución de caudales que se adapte a condiciones críticas de escasez y donde la autoridad ambiental defina los criterios y estrategias operativas que conviene implementar y utilizar por parte de los distintos usuarios del agua, asimismo someter el estudio de reglamentación y el proyecto de distribución del recurso hídrico a un proceso de información y consulta sobre los cambios que se deben realizar en cada una de las concesiones de agua.
- Las autoridades competentes deben realizar de forma sistemática y periódica, las mediciones que permitan conocer en tiempo real la verdadera oferta para poder regular adecuadamente su distribución, debido a que existe una fuerte presión sobre las cuencas del Departamento.
- Los acueductos rurales del departamento deben renovar y mejorar la infraestructura de captación, conducción y transporte de aguas derivadas del lecho del rio, para reducir porcentajes de índice de agua no contabilizada.
- Se debe diseñar e implementar un plan destinado a mejorar la infraestructura de control y medición de caudales derivados del cauce de los ríos.
- Gestionar la implementación de Planes de Uso Eficiente del Agua (PUEA's), especialmente para empresas y predios cuyos usos intensos generan conflictos de uso

## 9. BIBLIOGRAFIA

- Alcaldía Municipal de Pereira y Secretaria de Planeación de Pereira. *Diagnostico Acueductos Rurales de Pereira*. Unidad de Gestión Ambiental y de Servicios Públicos Domiciliarios –UGAMYSPPD. Pereira, 2009.
- Alcaldía Municipal de Pereira. *Revisión del Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Pereira*. Pereira, 2006.
- Brown. R. *Water Quality Index – Do We Dare? Water and Sewage Works*. 1970
- Corporación Autónoma Regional de Risaralda -CARDER y Universidad Tecnológica de Pereira -UTP. *Apoyo Técnico en el Proceso de Reglamentación de las Aguas del Rio La Vieja en el Área Comprendida por el Departamento de Risaralda “Quebrada Cestilla*. Convenio Interadministrativo CARDER-UTP N° 040-2007. Pereira, 2008.
- Castro B. y Salcedo C. *La Asociación de Usuarios de Agua: Un Mecanismo Participativo de Manejo Adecuado del Recurso Hídrico, experiencia en el Municipio de Dagua*. Revista Prospectiva. Universidad del Valle. 2006. (Disponible en Internet: [www.revistaprospectiva.univalle.edu.co](http://www.revistaprospectiva.univalle.edu.co))
- Cazorla Clarisó, Xavier. *“Conflictos en el Manejo Integrado de los Recursos Hídricos: La Crisis de la Gobernabilidad y los Usuarios del Agua”*. 2003.
- Civicus. *Planificación de acción*. Alianza Mundial Para la Participación Ciudadana. 2007 (Disponible en Internet en: <http://www.civicus.org/new/default.asp/>).
- Congreso de Colombia. *Programa para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua*. Decreto 373 de 1997. Bogotá, 1997.
- Congreso de Colombia. *Ley 99 de 1993, Ley del Medio Ambiente*. Bogotá, 1993.
- Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia -CORANTIOQUIA. *Manual para la implementación de instrumentos económicos*. Tasas por utilización de aguas y tasa retributiva por vertimientos puntuales. Medellín, 2008.
- Corporación Autónoma Regional de la Guajira -CORPOGUAJIRA. *Plan de Reglamentación y El Proyecto de Distribución de los Usos del Agua de la Cuenca del Rio Cañas*. Guajira, 2008.

- Corporación Autónoma Regional de la Guajira -CORPOGUAJIRA. *Plan de Reglamentación de los Usos del Agua en El Río Jerez*. Guajira, 2007.
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca -CVC *Reglamentación de corrientes de aguas a partir del Decreto 1541 de 1978*. Cali, 2008.
- Corporación Autónoma Regional de Risaralda – CARDER, Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC, Corporación Autónoma Regional del Quindío – CRQ. *Diagnóstico del Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río La Vieja*. 2006.
- Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico -CRA. *Proyecto de Reducción de Pérdidas de Agua Potable y Reforma del Marco Regulador*. Naples, Florida-USA, 2007.
- Dourojeanni, A. Jouravlev, A. y Chávez, G. *Gestión del Agua a Nivel de Cuencas: Teoría y Práctica*. CEPAL. Santiago de Chile, 2002.
- Edwards, D. *Proceso de transformación de los acueductos rurales del INAP en empresas comunitarias de agua potable*. República Dominicana, 1997.
- Fundación Profesional para el Manejo Integral del agua -PROAGUAS y Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca -CVC 2005. *Proyecto de Reglamentación de las Aguas del Río La Vieja*. Santiago de Cali, 2005.
- Gobernación de Risaralda. *Exposición de motivos del proyecto de ordenanza para autorizar la participación del departamento en el proyecto denominado “Plan Departamental de Aguas de Risaralda”* Pereira, 2009. (Disponible en Internet: [www.risaralda.gov.co/](http://www.risaralda.gov.co/))
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM. *Guía Técnico Científica para la Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas en Colombia*. Decreto 1729 de 2002. Bogotá, 2004.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia -IDEAM. *Estudio Nacional del Agua*. Bogotá, 2001. (Disponible en Internet en: [www.ideam.gov.co/publica/ena/enatexto.pdf](http://www.ideam.gov.co/publica/ena/enatexto.pdf).)

- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial -MAVDT. *Metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales*. Resolución 0865 de 2004. Bogotá, 2004.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial –MAVDT. *Modelo de Gestión para el Manejo Integral del Agua*. Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico y Ambiente. Bogotá, 2005.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial –MAVDT. *Registro de Usuarios del Recurso Hídrico*. Decreto 1324 de 2007. Bogotá 2007.
- Mohamed, A. *El papel de las ONG's en las Actividades Forestales de SUDAN*. (Disponible en Internet: [www.fao.org/forestry/docrep/wfcxi/PUBLI/PDF/V5S\\_T28.PDF](http://www.fao.org/forestry/docrep/wfcxi/PUBLI/PDF/V5S_T28.PDF))
- Pesci, R. Pérez, J. y Pesci L. *De la Prepotencia a la Levedad*. FLACAM, Paradigma y Pedagogía para la Sustentabilidad. La Plata, 2002.
- Presidencia de la República de Colombia. *Reglamentación de Corrientes de Agua*. Decreto 1541 de 1978. Bogotá, 1978
- Presidencia de la República de Colombia. *Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente*. Decreto 2811 de 1974. Bogotá, 1974.
- Quintana Ramírez, A. *El Conflicto por la Gestión del Servicio de Acueducto en Dosquebradas (Risaralda-Colombia)*. Un Estudio desde la Ecología Política. Barcelona, 2008.
- Rovira P, Adriano. *Selección de fórmula para estimar evapotranspiración potencial en Chillán- Chile*. Chile, 1976 (Disponible en Internet en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Evapotranspiraci%C3%B3n>)
- United Nations International Children's Emergency Fund -UNICEF, et al. *Agua y saneamiento para todos*. IV Foro mundial del agua. 2006. Acciones locales para un reto global. Ciudad de México, 2006.

- Valbuena A. P. 2000. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ciencias Ambientales – Administración del Medio Ambiente. *Formulación del Plan de Manejo de Residuos Sólidos. Cuenca Media Quebrada Cestillal. Municipio de Pereira.*
- Vargas Alister, Humberto. *Correlación entre la evapotranspiración de alfalfa y trébol rosado y la evaporación de tres tipos diferentes de bandejas de evaporación.* Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción. Chillán, Chile.1963 (Disponible en internet en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Evapotranspiraci%C3%B3n>).
- Vega Mora, L. *Hacia la Sostenibilidad Ambiental del Desarrollo.* Construcción de pensamiento ambiental práctico a través de una política y gestión ambiental sistémica. Bogotá, 2007.



# **ANEXOS**

## Anexo 1 Precipitación mensual multianual para las estaciones definidas en la cuenca del río La Vieja

No	Nombre	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1	LA ESPANOLA	107,9	111,9	192,5	222,7	213,6	141,5	97,1	98,6	165,0	223,0	178,2	105,7	1857,7
2	CENTRO DE LA GUADUA	168,1	165,3	239,0	220,7	218,6	111,3	86,2	80,8	179,8	257,5	292,0	203,5	2222,8
3	CRQ	211,6	179,4	241,0	249,3	232,7	118,8	86,0	97,8	218,3	280,8	326,4	240,6	2482,8
4	NAVARCO	141,9	114,0	170,7	187,5	199,8	139,8	134,6	97,2	136,6	226,3	263,8	177,7	1990,0
5	LA PLAYA	196,4	145,6	211,7	191,1	157,9	76,4	56,7	66,2	123,2	262,9	283,7	206,1	1978,0
6	VIVERO LA TEBAIDA	139,8	120,3	196,4	215,5	181,9	122,9	84,5	91,7	178,2	228,2	207,9	136,7	1904,1
7	BARRAGAN	127,4	120,9	161,8	178,2	140,8	81,5	71,2	77,6	157,0	211,5	233,6	121,1	1682,7
8	VIVERO MONTENEGRO	183,1	141,6	216,5	244,2	218,6	115,3	92,2	88,2	185,2	271,2	266,3	193,4	2215,7
9	LA MONTANA	103,7	80,9	130,2	127,4	128,4	78,6	80,3	68,2	100,8	174,4	166,0	118,2	1357,3
10	EL BOSQUE	90,2	85,5	118,4	128,5	140,7	86,4	96,9	80,4	115,0	175,2	171,9	110,6	1399,7
11	LA PICOTA	105,7	97,3	143,0	145,9	119,7	62,3	51,3	49,0	81,0	180,8	187,4	136,8	1360,2
12	PLANADAS	169,0	124,8	217,2	152,1	148,8	70,0	59,2	80,6	159,5	231,8	281,4	201,8	1896,0
13	BREMEN	275,5	216,2	278,5	304,7	245,4	155,6	109,5	123,2	232,9	416,5	420,5	287,1	3065,6
14	Arturo Gomez	119,5	118,1	195,0	231,4	228,2	153,9	98,6	98,6	172,5	230,5	204,4	153,6	2004,4
15	Venecia	123,6	129,5	186,1	216,6	174,1	92,3	71,1	66,7	165,3	220,1	226,8	147,9	1820,0
16	Paraguacito	165,1	145,4	226,2	252,4	190,9	102,9	82,4	74,7	175,8	272,1	277,4	177,2	2142,4
17	La Bella	169,5	109,7	215,3	238,0	170,4	88,0	55,5	73,0	134,5	244,8	294,7	228,5	2021,7
18	El Agrado	129,2	116,0	210,1	254,1	220,5	145,3	92,9	98,0	198,2	260,1	233,6	139,0	2097,0
19	Maracay	187,4	153,4	243,3	263,3	259,6	157,6	97,1	104,5	207,7	284,5	284,7	180,8	2424,0
20	La Catalina	125,7	125,1	208,5	218,0	239,2	175,0	106,5	116,9	193,1	263,3	243,8	166,2	2181,3
21	El Recreo	136,6	140,7	217,9	231,7	246,9	162,8	108,5	112,6	184,8	257,1	261,3	178,5	2239,3
22	El Berrion	98,5	102,3	179,8	183,5	174,2	122,9	87,3	88,5	156,3	177,2	168,4	113,3	1652,4
23	El Sena	198,0	195,4	246,0	341,5	218,3	109,5	71,3	67,9	150,1	263,0	338,4	219,0	2418,1
24	Villa Horizalba	143,6	137,9	209,1	203,7	177,0	71,0	64,8	61,0	164,4	246,4	242,7	128,4	1850,1
25	Vivero	126,0	140,0	213,7	228,4	218,6	150,3	100,4	101,8	188,2	254,3	227,4	158,2	2107,3
26	La Ilusión	200,5	166,7	234,8	281,2	265,0	148,0	95,3	93,2	203,6	309,4	306,1	228,4	2532,3
27	Sorrento	121,9	120,3	186,2	244,5	228,8	147,8	93,3	97,4	187,1	231,8	212,6	126,0	1997,8
28	Hiroshima-La Bamba	128,8	115,9	187,3	228,9	249,3	170,5	116,8	123,1	191,1	255,9	243,0	156,7	2167,2
29	La Argentina	124,4	127,5	189,4	246,8	186,7	117,4	98,2	82,8	188,4	241,0	228,2	141,5	1972,1
30	La Pradera	147,5	149,0	197,8	251,2	209,1	134,6	89,2	78,0	174,3	259,3	245,3	155,4	2090,8
31	Tucuman	126,9	126,7	219,7	220,0	200,6	122,6	96,9	87,8	204,0	265,2	246,9	155,2	2072,5
32	El Paraiso	159,6	138,2	229,6	279,6	215,9	111,6	91,0	86,7	205,6	281,1	284,6	177,5	2261,0
33	Qda Negra	207,5	172,0	227,8	246,0	222,2	97,7	84,6	75,4	153,1	295,4	341,5	218,5	2341,7
34	La Miranda	99,9	149,6	191,2	233,1	211,4	109,0	103,3	109,7	184,3	235,3	206,2	128,9	1961,9
35	Mónaco	169,9	134,0	226,7	255,9	216,0	104,3	76,4	89,8	182,6	289,3	298,7	164,5	2208,1
36	El Porvenir	145,5	148,9	199,6	200,3	173,1	82,8	74,4	66,8	166,2	250,4	273,0	197,0	1978,0
37	El Jardín	164,6	151,0	238,5	259,5	217,8	119,0	84,4	90,7	179,6	284,2	299,3	173,4	2261,9
38	La Esperanza	164,9	149,2	234,8	255,7	195,7	99,3	75,3	74,3	173,7	312,1	280,1	192,3	2207,4
39	La Renta	102,9	105,7	183,6	197,4	191,8	149,7	89,4	108,7	158,2	222,3	205,3	143,7	1858,6
40	La Alejandria	143,7	131,2	206,3	211,8	186,2	95,3	70,3	66,4	176,7	256,5	238,6	153,8	1936,8
41	La Esperanza	189,5	182,4	271,1	290,4	243,6	167,4	107,0	120,4	207,0	282,2	350,6	270,1	2681,8
42	La Julia	143,1	124,7	223,0	262,7	247,5	142,4	100,1	97,1	211,7	291,0	260,3	171,0	2274,5
43	San isidro	99,3	122,6	154,3	190,5	180,0	132,4	108,5	99,5	166,3	199,3	185,8	108,7	1747,3
44	Playa Rica	222,9	216,3	263,7	233,4	241,2	169,6	111,5	96,1	235,3	377,5	313,0	254,2	2734,7
45	Pez Fresco	241,0	220,0	317,6	251,3	231,7	143,4	101,1	96,4	208,5	377,9	330,5	262,5	2781,8
46	Pijao	219,3	168,9	222,4	219,0	199,5	93,1	69,3	71,1	158,6	265,0	350,0	221,0	2257,1
47	El Plan	43,2	60,3	86,6	129,7	144,4	107,5	87,7	83,0	104,5	105,6	82,3	52,8	1087,4
48	La Cascada	68,9	72,2	111,4	112,4	146,4	113,2	95,2	111,4	127,3	136,0	128,2	94,3	1316,8
49	Las delicias	46,6	59,1	87,0	146,4	182,3	125,1	92,7	85,9	134,9	126,3	92,3	70,8	1249,5
50	Miravalle	90,0	112,7	154,9	228,1	170,7	116,9	99,3	90,9	157,1	184,3	176,4	107,9	1689,2
51	Corozal	113,7	123,7	176,3	222,0	197,8	116,3	93,9	78,9	162,2	218,6	175,3	108,7	1787,4
52	Zaragoza	75,4	95,5	136,8	173,7	153,5	98,2	79,8	83,1	151,6	152,0	140,9	73,5	1413,9
53	Cruces	89,2	107,0	174,0	213,5	174,2	108,2	95,9	94,7	159,4	173,7	149,3	91,2	1630,3
54	Cumbarco	163,0	157,0	238,9	269,9	238,3	154,1	96,7	81,2	201,4	333,7	266,6	200,4	2401,2
55	Alambrado	103,7	127,3	180,3	219,6	179,7	109,4	89,6	73,4	165,5	232,4	187,2	114,2	1782,4
56	Camelia	133,1	137,5	189,8	201,2	176,0	98,6	76,3	71,2	159,7	249,2	223,6	151,4	1867,6
57	Piedras de Moler	96,8	95,3	172,2	220,2	196,0	138,0	91,5	106,8	162,1	185,4	178,6	98,5	1741,3
58	Quebrada Nueva	72,4	99,4	172,6	227,8	180,9	122,7	79,7	84,9	159,8	194,6	165,0	114,4	1674,2
59	La Arboleda	71,4	95,8	145,9	183,8	165,2	110,3	82,6	76,3	132,1	154,2	149,9	91,0	1458,5

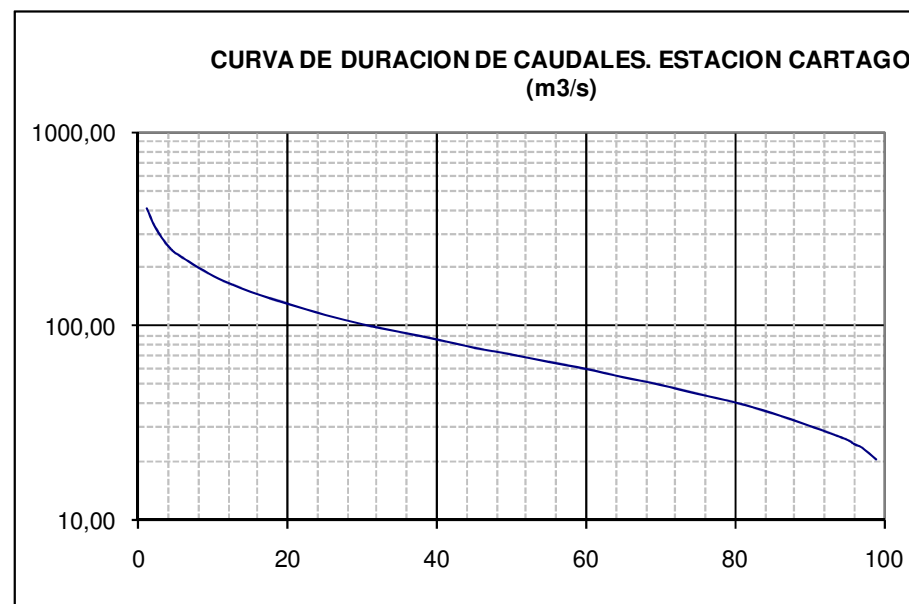
PRECIPITACION MEDIA DE LA CUENCA DEL RIO LA VIEJA

## Anexo 2 Precipitación mensual multianual afectada por el área de influencia de los polígonos de Thiessen

No	Nombre	AREA	%	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC													
1	LA ESPANOLA	72.14	0.026	107.9	2.8	111.9	2.9	192.5	5.0	222.7	5.8	213.6	5.56	141.5	3.7	97.1	2.5	98.6	2.6	165.0	4.3	223.0	5.8	178.2	4.6	105.7	2.8	1903,4
2	CENTRO DE LA GUADUA	28.58	0.010	168.1	1.7	165.3	1.7	239.0	2.5	220.7	2.3	218.6	2.26	111.3	1.1	86.2	0.9	80.8	0.8	179.8	1.9	257.5	2.7	292.0	3.0	203.5	2.1	2243,6
3	CROQ	32.78	0.012	211.6	2.5	179.4	2.1	241.0	2.9	249.3	2.9	232.7	2.75	118.8	1.4	86.0	1.0	97.8	1.2	218.3	2.6	280.8	3.3	326.4	3.9	240.6	2.8	2509,3
4	NAVARCO	26.93	0.010	141.9	1.4	114.0	1.1	170.7	1.7	187.5	1.8	199.8	1.94	139.8	1.4	134.6	1.3	97.2	0.9	136.6	1.3	226.3	2.2	263.8	2.6	177.7	1.7	2007,6
5	LA PLAYA	90.34	0.033	196.4	6.4	145.6	4.7	211.7	6.9	191.1	6.2	157.9	5.15	76.4	2.5	56.7	1.9	66.2	2.2	123.2	4.0	262.9	8.6	283.7	9.3	206.1	6.7	2035,8
6	VIVERO LA TEBaida	33.53	0.012	139.8	1.7	120.3	1.5	196.4	2.4	215.5	2.6	181.9	2.20	122.9	1.5	84.5	1.0	91.7	1.1	178.2	2.2	228.2	2.8	207.9	2.5	136.7	1.7	1925,5
7	BARRAGAN	28.40	0.010	127.4	1.3	120.9	1.2	161.8	1.7	178.2	1.8	140.8	1.44	81.5	0.8	71.2	0.7	77.6	0.8	157.0	1.6	211.5	2.2	233.6	2.4	121.1	1.2	1698,7
8	VIVERO MONTENEGRO	26.68	0.010	183.1	1.8	141.6	1.4	216.5	2.1	244.2	2.4	218.6	2.11	115.3	1.1	92.2	0.9	88.2	0.8	185.2	1.8	271.2	2.6	266.3	2.6	193.4	1.9	2235,1
9	LA MONTANA	46.41	0.017	103.7	1.7	80.9	1.4	130.2	2.2	127.4	2.1	128.4	2.15	78.6	1.3	80.3	1.3	68.2	1.1	100.8	1.7	174.4	2.9	166.0	2.8	118.2	2.0	1378,0
10	EL BOSQUE	32.15	0.012	90.2	1.0	85.5	1.0	118.4	1.4	128.5	1.5	140.7	1.63	86.4	1.0	96.9	1.1	80.4	0.9	115.0	1.3	175.2	2.0	171.9	2.0	110.6	1.3	1414,7
11	LA PICOTA	43.23	0.016	105.7	1.6	97.3	1.5	143.0	2.2	145.9	2.3	119.7	1.87	62.3	1.0	51.3	0.8	49.0	0.8	81.0	1.3	180.8	2.8	187.4	2.9	136.8	2.1	1379,3
12	PLANADAS	56.30	0.020	169.0	3.4	124.8	2.5	217.2	4.4	152.1	3.1	148.8	3.02	70.0	1.4	59.2	1.2	80.6	1.6	159.5	3.2	231.8	4.7	281.4	5.7	201.8	4.1	1930,5
13	BREMEN	76.44	0.028	275.5	7.6	216.2	6.0	278.5	7.7	304.7	8.4	245.4	6.77	155.6	4.3	109.5	3.0	123.2	3.4	232.9	6.4	416.5	11.5	420.5	11.6	287.1	7.9	3142,2
14	Arturo Gomez	65.89	0.024	119.5	2.8	118.1	2.8	195.0	4.6	231.4	5.5	228.2	5.43	153.9	3.7	98.6	2.3	98.6	2.3	172.5	4.1	230.5	5.5	204.4	4.9	153.6	3.7	2048,4
15	Venecia	83.51	0.030	123.6	3.7	129.5	3.9	186.1	5.6	216.6	6.5	174.1	5.25	92.3	2.8	71.1	2.1	66.7	2.0	165.3	5.0	220.1	6.6	226.8	6.8	147.9	4.5	1870,4
16	Paraguacito	25.11	0.009	165.1	1.5	145.4	1.3	226.2	2.1	252.4	2.3	190.9	1.73	102.9	0.9	82.4	0.7	74.7	0.7	175.8	1.6	272.1	2.5	277.4	2.5	177.2	1.6	2160,3
17	La Bella	14.35	0.005	169.5	0.9	109.7	0.6	215.3	1.1	238.0	1.2	170.4	0.88	88.0	0.5	55.5	0.3	73.0	0.4	134.5	0.7	244.8	1.3	294.7	1.5	228.5	1.2	2031,0
18	El Agrado	51.08	0.018	129.2	2.4	116.0	2.1	210.1	3.9	254.1	4.7	220.5	4.07	145.3	2.7	92.9	1.7	98.0	1.8	198.2	3.7	260.1	4.8	233.6	4.3	139.0	2.6	2133,1
19	Maracay	30.52	0.011	187.4	2.1	153.4	1.7	243.3	2.7	263.3	2.9	259.6	2.86	157.6	1.7	97.1	1.1	104.5	1.2	207.7	2.3	284.5	3.1	284.7	3.1	180.8	2.0	2448,7
20	La Catalina	54.08	0.020	125.7	2.5	125.1	2.4	208.5	4.1	218.0	4.3	239.2	4.67	175.0	3.4	106.5	2.1	116.9	2.3	193.1	3.8	263.3	5.1	243.8	4.8	166.2	3.2	2220,6
21	El Recreo	86.63	0.031	136.6	4.3	140.7	4.4	217.9	6.8	231.7	7.2	246.9	7.72	162.8	5.1	108.5	3.4	112.6	3.5	184.8	5.8	257.1	8.0	261.3	8.2	178.5	5.6	2303,7
22	El Berrion	86.56	0.031	98.5	3.1	102.3	3.2	179.8	5.6	183.5	5.7	174.2	5.44	122.9	3.8	87.3	2.7	88.5	2.8	156.3	4.9	177.2	5.5	168.4	5.3	101.8	3.5	1700,5
23	El Sena	13.14	0.005	198.0	0.9	195.4	0.9	246.0	1.2	341.5	1.6	218.3	1.04	109.5	0.5	71.3	0.3	67.9	0.3	150.1	0.7	263.0	1.2	338.4	1.6	219.0	1.0	2428,6
24	Villa Horizalba	137.84	0.050	143.6	7.1	137.9	6.9	209.1	10.4	203.7	10.1	177.0	8.81	71.0	3.5	64.8	3.2	61.0	3.0	164.4	8.2	246.4	12.3	242.7	12.1	142.8	6.4	1935,7
25	Vivero	61.53	0.022	126.0	2.8	140.0	3.1	213.7	4.7	228.4	5.1	218.6	4.86	150.3	3.3	100.4	2.2	101.8	2.3	188.2	4.2	254.3	5.6	227.4	5.1	158.2	3.5	2150,5
26	La Ilusión	56.56	0.020	200.5	4.1	166.7	3.4	234.8	4.8	281.2	5.7	265.0	5.41	148.0	3.0	95.3	1.9	93.2	1.9	203.6	4.2	309.4	6.3	306.1	6.3	228.4	4.7	2579,3
27	Sorrento	56.80	0.021	121.9	2.5	120.3	2.5	186.2	3.8	244.5	5.0	228.8	4.69	147.8	3.0	93.3	1.9	97.4	2.0	187.1	3.8	231.8	4.8	212.6	4.4	126.0	2.6	2036,1
28	Hiroshima-La Bamba	41.83	0.015	128.8	1.9	115.9	1.7	187.3	2.8	228.9	3.5	249.3	3.77	170.5	2.6	116.8	1.8	123.1	1.9	191.1	2.9	255.9	3.9	243.0	3.7	156.7	2.4	2197,6
29	La Argentina	31.51	0.011	124.4	1.4	127.5	1.5	189.4	2.2	246.8	2.8	186.7	2.12	117.4	1.3	98.2	1.1	82.8	0.9	188.4	2.1	241.0	2.7	228.2	2.6	141.5	1.6	1992,9
30	La Pradera	27.97	0.010	147.5	1.5	149.0	1.5	197.8	2.0	251.2	2.5	209.1	2.11	134.6	1.4	89.2	0.9	78.0	0.8	174.3	1.8	259.3	2.6	245.3	2.5	155.4	1.6	2110,3
31	Tucuman	27.12	0.010	126.9	1.2	126.7	1.2	219.7	2.2	220.0	2.2	200.6	1.96	122.6	1.2	96.9	0.9	87.8	0.9	204.0	2.0	265.2	2.6	246.9	2.4	155.2	1.5	2091,3
32	El Paraiso	21.79	0.008	159.6	1.3	138.2	1.1	229.6	1.8	279.6	2.2	215.9	1.70	111.6	0.9	91.0	0.7	86.7	0.7	205.6	1.6	281.1	2.2	284.6	2.2	177.5	1.4	2277,4
33	Qda Negra	39.31	0.014	207.5	2.9	172.0	2.4	227.8	3.2	246.0	3.5	222.2	3.15	97.7	1.4	84.6	1.2	75.4	1.1	153.1	2.2	295.4	4.2	341.5	4.8	218.5	3.1	2371,8
34	La Miranda	59.61	0.022	99.9	2.1	149.6	3.2	191.2	4.1	233.1	5.0	211.4	4.55	109.0	2.3	103.3	2.2	109.7	2.4	184.3	4.0	235.3	5.1	206.2	4.4	128.9	2.8	2001,3
35	Mónaco	102.20	0.037	169.9	6.3	134.0	4.9	226.7	8.4	255.9	9.4	216.0	7.97	104.3	3.8	76.4	2.8	89.8	3.3	182.6	6.7	289.3	10.7	298.7	11.0	164.5	6.1	2283,5
36	El Porvenir	61.05	0.022	145.3	3.2	148.9	3.3	199.6	4.4	200.3	4.4	173.1	3.82	82.8	1.8	74.4	1.6	66.8	1.5	166.2	3.7	250.4	5.5	273.0	6.0	197.0	4.3	2017,3
37	El Jardín	26.50	0.010	164.6	1.6	151.0	1.4	238.5	2.3	259.5	2.5	217.8	2.08	119.0	1.1	84.4	0.8	90.7	0.9	179.6	1.7	284.2	2.7	299.3	2.9	173.4	1.7	2281,9
38	La Esperanza	21.23	0.008	164.9	1.3	149.2	1.1	234.8	1.8	255.7	2.0	195.7	1.50	99.3	0.8	75.3	0.6	74.3	0.6	173.7	1.3	312.1	2.4	280.1	2.1	192.3	1.5	2222,9
39	La Renta	60.22	0.022	102.9	2.2	105.7	2.3	183.6	4.0	197.4	4.3	191.8	4.17	149.7	3.3	89.4	1.9	108.7	2.4	158.2	3.4	222.3	4.8	205.3	4.5	143.7	3.1	1895,9
40	La Alejandria	101.30	0.037	143.7	5.3	131.2	4.8	206.3	7.5	211.8	7.7	186.2	6.81	95.3	3.5	70.3	2.6	66.4	2.4	176.7	6.5	256.5	9.4	238.6	8.7	153.8	5.6	2002,0
41	La Esperanza	63.76	0.023	189.4	4.4	182.4	4.2	271.1	6.2	290.4	6.7	243.6	5.61	167.4	3.9	107.0	2.5	120.4	2.8	207.0	4.8	282.2	6.5	350.6	8.1	270.1	6.2	2737,3
42	La Julia	16.13	0.006	143.1	0.8	124.7	0.7	223.0	1.3	262.7	1.5	247.5	1.44	142.4	0.8	100.1	0.6	97.1	0.6	211.7	1.2	291.0	1.7	260.3	1.5	170.1	1.0	2286,8
43	San isidro	53.68	0.019	99.3	1.9	122.6	2.4	154.3	3.0	190.5	3.7	180.0	3.49	132.4	2.6	108.5	2.1	99.5	1.9	166.3	3.2	199.3	3.9	185.8	3.6	108.7	2.1	1779,0
44	Playa Rica	20.08	0.007	222.9	1.6	216.3	1.6	263.7	1.9	233.4	1.7	241.2	1.75	169.6	1.2	111.5	0.8	96.1	0.7	235.3	1.7	377.5	2.7	313.0	2.3	254.2	1.8	2752,6
45	Pez Fresco	20.55	0.007	241.0	1.8	220.0	1.6	317.6	2.4	251.3	1.9	231.7	1.72	143.4	1.1	101.1	0.7	96.4	0.7	208.5	1.5	377.9	2.8	330.5	2.5	262.5	1.9	2800,5
46	Pijao	112.40	0.041	219.3	8.9	168.9	6.9	222.4	9.0	219.0	8.9	199.5	8.09	93.1	3.8	69.3	2.8	71.1	2.9	158.6	6.4	26						

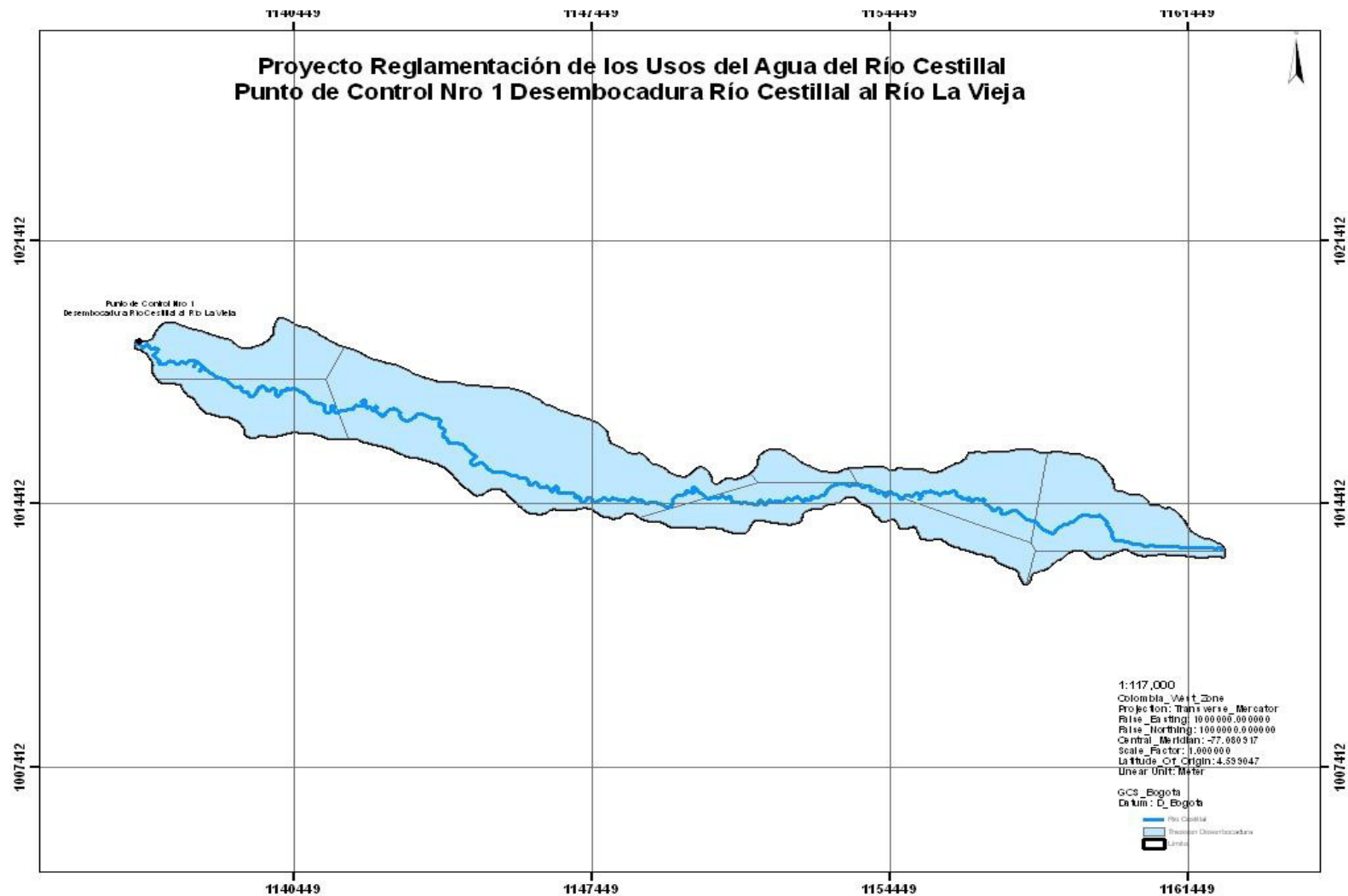
### Anexo 3 Curva de Duración de Caudales en la Estación Cartago

%	Q (l/s)	%	Q (m3/s)
1	4.060.000	1	406,00
2	3.329.529	2	332,95
3	2.876.744	3	287,67
4	2.570.144	4	257,01
5	2.373.000	5	237,30
10	1.820.000	10	182,00
15	1.510.000	15	151,00
20	1.310.000	20	131,00
25	1.149.900	25	114,99
30	1.030.000	30	103,00
35	940.000	35	94,00
40	860.000	40	86,00
45	780.000	45	78,00
50	720.000	50	72,00
55	660.000	55	66,00
60	606.900	60	60,69
65	550.560	65	55,06
70	502.660	70	50,27
75	451.525	75	45,15
80	408.840	80	40,88
85	360.000	85	36,00
90	310.000	90	31,00
95	263.360	95	26,34
96	250.000	96	25,00
97	240.000	97	24,00
98	223.873	98	22,39
99	208.000	99	20,80



## **Anexo 4 Oferta hídrica disponible para los diferentes puntos de control**

## Anexo 4.1 Disponibilidad Hídrica Punto de Control No 1 Desembocadura



SUBCUENCA	No	ESTACION	ÁREA (Km <sup>2</sup> )	%	PRECIPITACION MEDIA MENSUAL MULTIANUAL (mm) Río Cestilla (Periodo 82-02)												
					ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Desembocadura RIO CESTILLAL "Punto 1"	13	BREVEN	0,681	0,014	275,5	216,2	278,5	304,7	245,4	155,6	109,5	123,2	232,9	416,5	420,5	287,1	
	21	El Recreo	6,920	0,137	136,6	140,7	217,9	231,7	246,9	162,8	108,5	112,6	184,8	257,1	261,3	178,5	
	57	Piedras de Moler	4,489	0,089	96,8	95,3	172,2	220,2	196,0	138,0	91,5	106,8	162,1	185,4	178,6	98,5	
	44	Playa Rica	6,750	0,134	222,9	216,3	263,7	233,4	241,2	169,6	111,5	96,1	235,3	377,5	313,0	254,2	
	20	La Catalina	19,218	0,381	125,7	125,1	208,5	218,0	239,2	175,0	106,5	116,9	193,1	263,3	243,8	166,2	
	28	Hiroshima-La Bamba	1,194	0,024	128,8	115,9	187,3	228,9	249,3	170,5	116,8	123,1	191,1	255,9	243,0	156,7	
	39	La Renta	5,913	0,117	102,9	105,7	183,6	197,4	191,8	149,7	89,4	108,7	158,2	222,3	205,3	143,7	
	43	San isidro	5,250	0,104	99,3	122,6	154,3	190,5	180,0	132,4	108,5	99,5	166,3	199,3	185,8	108,7	PROM
	SUBTOTAL		50,415	1,000	134,3	135,3	205,8	218,3	225,3	161,5	104,6	110,1	188,4	261,2	241,5	166,4	179,39

		PRECIPITACION MEDIA MENSUAL MULTIANUAL (mm) Río la Vieja (Periodo últimos 20 años)												
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
AREA CARTAGO (Km2)	2790	145,4	135,6	204,4	223,7	201,0	119,6	87,6	88,4	172,3	250,1	248,1	163,3	169,96
AREA LA VIEJA (Km2)	2864													

CARTAGO	CAUDAL MEDIO MENSUAL MULTIANUAL Río La Vieja (m³/s)												PROM
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
	96,2	82,4	89,6	105,3	109,4	83,5	53,1	39,5	48,8	85,9	141,5	121,2	

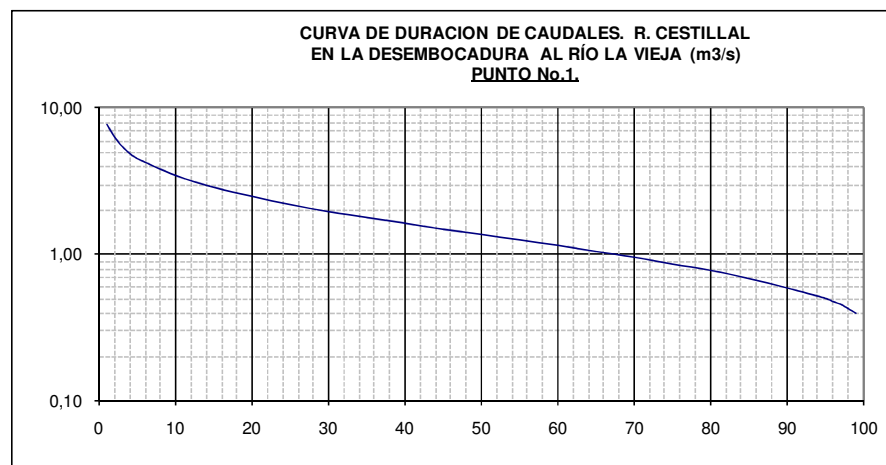
			OFERTA HIDRICA MENSUAL MULTIANUAL Río Cestilla (Mm3/año)												ANUAL	PROM
			50,65	46,85	51,42	58,57	69,90	64,25	36,11	28,01	30,40	51,10	78,46	70,42	636,14	53,0
R. CESTILLAL			1,64	1,52	1,67	1,90	2,26	2,08	1,17	0,91	0,98	1,65	2,54	2,28		

$$Q = A_i / A_t * P_i / P_t * Q_t$$

31,536

m3/s a Mm3/año

Q (l/s)	%	Q (m3/s)	%	Q
4.060.000	1	406,00	1	7,74
3.329.529	2	332,95	2	6,35
2.876.744	3	287,67	3	5,49
2.570.144	4	257,01	4	4,90
2.373.000	5	237,30	5	4,53
1.820.000	10	182,00	10	3,47
1.510.000	15	151,00	15	2,88
1.310.000	20	131,00	20	2,50
1.149.900	25	114,99	25	2,19
1.030.000	30	103,00	30	1,96
940.000	35	94,00	35	1,79
860.000	40	86,00	40	1,64
780.000	45	78,00	45	1,49
720.000	50	72,00	50	1,37
660.000	55	66,00	55	1,26
606.900	60	60,69	60	1,16
550.560	65	55,06	65	1,05
502.660	70	50,27	70	0,96
451.525	75	45,15	75	0,86
408.840	80	40,88	80	0,78
360.000	85	36,00	85	0,69
310.000	90	31,00	90	0,59
263.360	95	26,34	95	0,50
250.000	96	25,00	96	0,48
240.000	97	24,00	97	0,46
231.937	97,5	23,19	97,5	0,44
223.873	98	22,39	98	0,43
208.000	99	20,80	99	0,40



Caudal	m3/s
Q85	0,6866
Q90	0,5913
Q95	0,5023

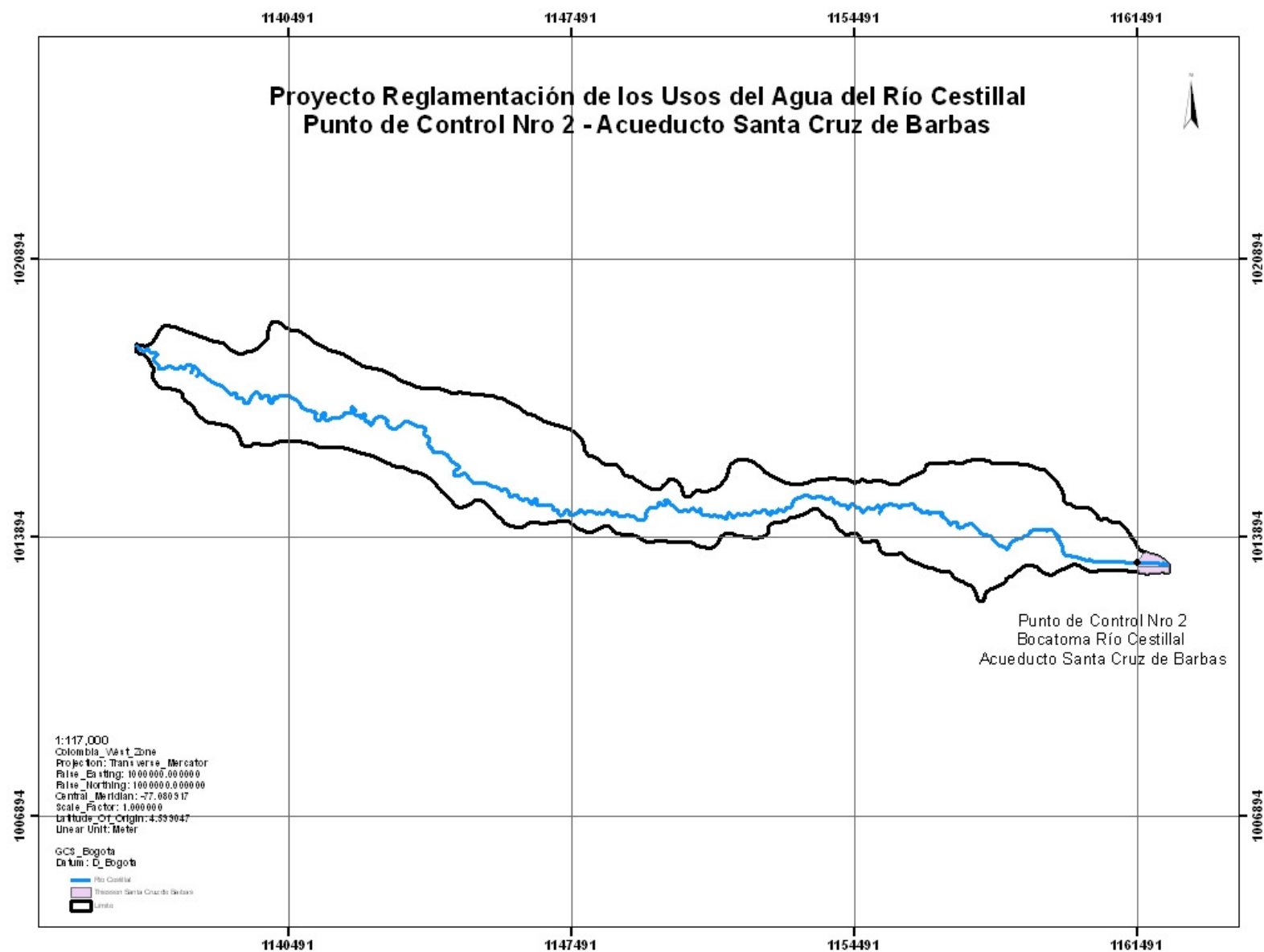
<b>Geologico</b>	<b>0,0888</b>	<b>10%</b>
<b>Qconcesionado</b>	<b>0,1684</b>	<b>Total demanda</b>
<b>Qcalidad</b>	<b>0,0000</b>	<b>0%</b>
<b>Qdisponible85</b>	<b>0,4294</b>	
<b>Qdisponible90</b>	<b>0,3340</b>	
<b>Qdisponible95</b>	<b>0,2451</b>	

<b>Geologico</b>	<b>0,1777</b>	<b>20%</b>
<b>Qconcesionado</b>	<b>0,1546</b>	<b>Total demanda</b>
<b>Qcalidad</b>	<b>0,0000</b>	<b>0%</b>
<b>Qdisponible85</b>	<b>0,3543</b>	
<b>Qdisponible90</b>	<b>0,2590</b>	
<b>Qdisponible95</b>	<b>0,1700</b>	

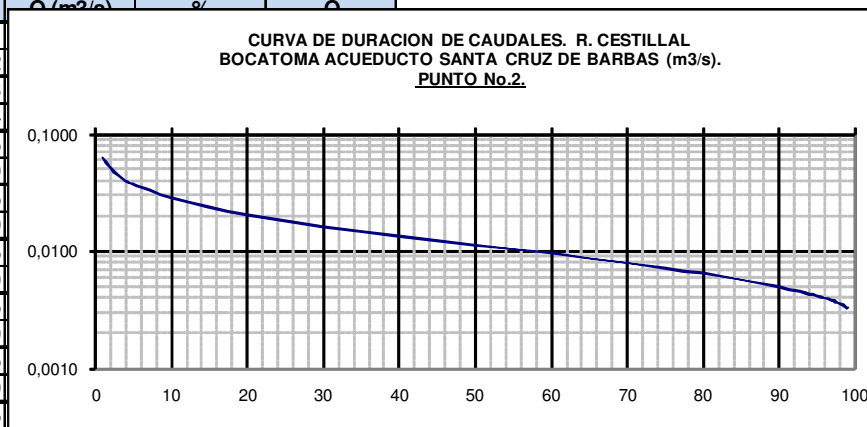
<b>Geologico</b>	<b>0,2665</b>	<b>30%</b>
<b>Qconcesionado</b>	<b>0,1489</b>	<b>Total demanda</b>
<b>Qcalidad</b>	<b>0,0000</b>	<b>0%</b>
<b>Qdisponible85</b>	<b>0,2712</b>	
<b>Qdisponible90</b>	<b>0,1758</b>	
<b>Qdisponible95</b>	<b>0,0869</b>	



## Anexo 4.2 Disponibilidad Hídrica Punto de Control No 2 Acueducto Santa Cruz de Barbas



%	Q (l/s)	%	Q (m3/s)	%	Q
1	4.060.000	1			
2	3.329.529	2			
3	2.876.744	3			
4	2.570.144	4			
5	2.373.000	5			
10	1.820.000	10			
15	1.510.000	15			
20	1.310.000	20			
25	1.149.900	25			
30	1.030.000	30			
35	940.000	35			
40	860.000	40			
45	780.000	45			
50	720.000	50			
55	660.000	55			
60	606.900	60	60,69	60	0,0094
65	550.560	65	55,06	65	0,0086
70	502.660	70	50,27	70	0,0078
75	451.525	75	45,15	75	0,0070
80	408.840	80	40,88	80	0,0064
85	360.000	85	36,00	85	0,0056
90	310.000	90	31,00	90	0,0048
95	263.360	95	26,34	95	0,0041
96	250.000	96	25,00	96	0,0039
97	240.000	97	24,00	97	0,0037
97,5	231.937	97,5	23,19	97,5	0,0036
98	223.873	98	22,39	98	0,0035
99	208.000	99	20,80	99	0,0032



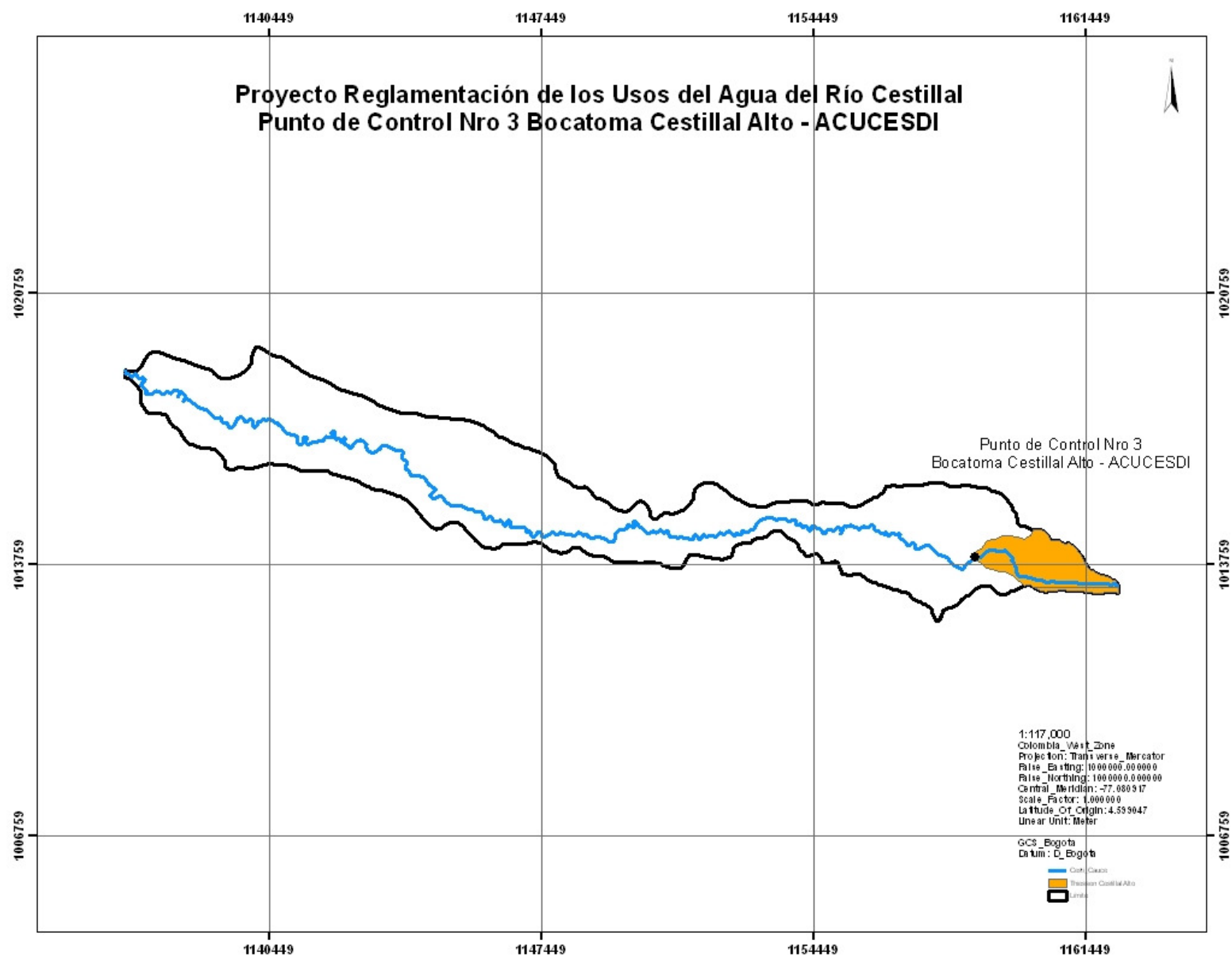
Caudal	m3/s
Q85	0,0056
Q90	0,0048
Q95	0,0041

Qecologico	0,0005	10%
Qconcesionado	0,0025	Otorgado
Qcalidad	0,0000	0%
Qdisponible85	0,0026	
Qdisponible90	0,0018	
Qdisponible95	0,0011	

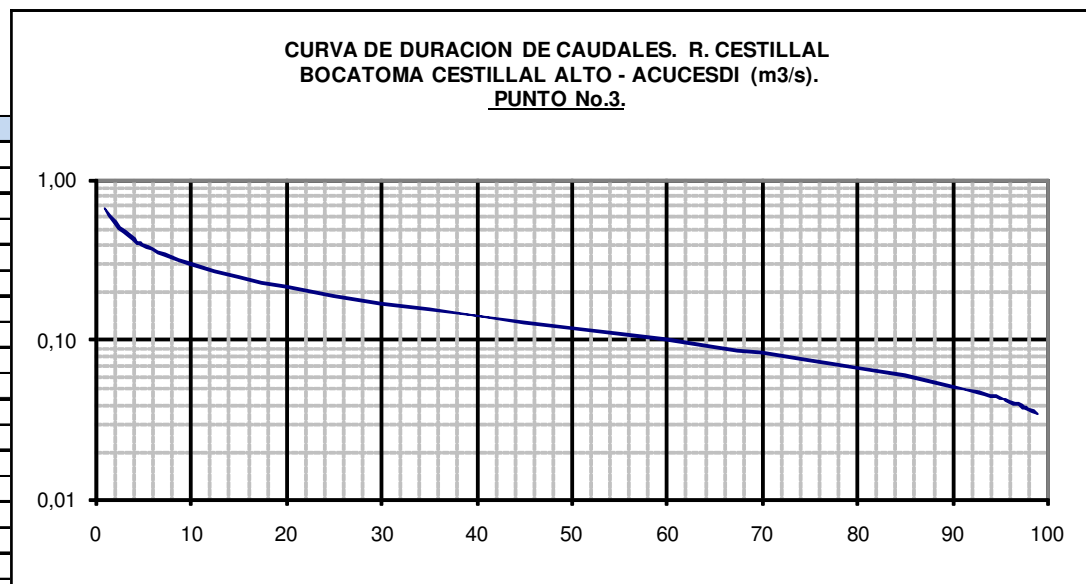
Qecologico	0,0011	20%
Qconcesionado	0,0025	Otorgado
Qcalidad	0,0000	0%
Qdisponible85	0,0020	
Qdisponible90	0,0013	
Qdisponible95	0,0005	

Qecologico	0,0016	30%
Qconcesionado	0,0025	Otorgado
Qcalidad	0,0000	0%
Qdisponible85	0,0015	
Qdisponible90	0,0007	
Qdisponible95	0,0000	

## Anexo 4.3 Disponibilidad Hídrica Punto de Control No 3 Bocatoma Cestillal Alto - ACUCESDI



Q (l/s)	%	Q (m3/s)	%
4.060.000	1	406,00	1
3.329.529	2	332,95	2
2.876.744	3	287,67	3
2.570.144	4	257,01	4
2.373.000	5	237,30	5
1.820.000	10	182,00	10
1.510.000	15	151,00	15
1.310.000	20	131,00	20
1.149.900	25	114,99	25
1.030.000	30	103,00	30
940.000	35	94,00	35
860.000	40	86,00	40
780.000	45	78,00	45
720.000	50	72,00	50
660.000	55	66,00	55
606.900	60	60,69	60
550.560	65	55,06	65
502.660	70	50,27	70
451.525	75	45,15	75
408.840	80	40,88	80
360.000	85	36,00	85
310.000	90	31,00	90
263.360	95	26,34	95
250.000	96	25,00	96
240.000	97	24,00	97
231.937	97,5	23,19	97,5
223.873	98	22,39	98
208.000	99	20,80	99



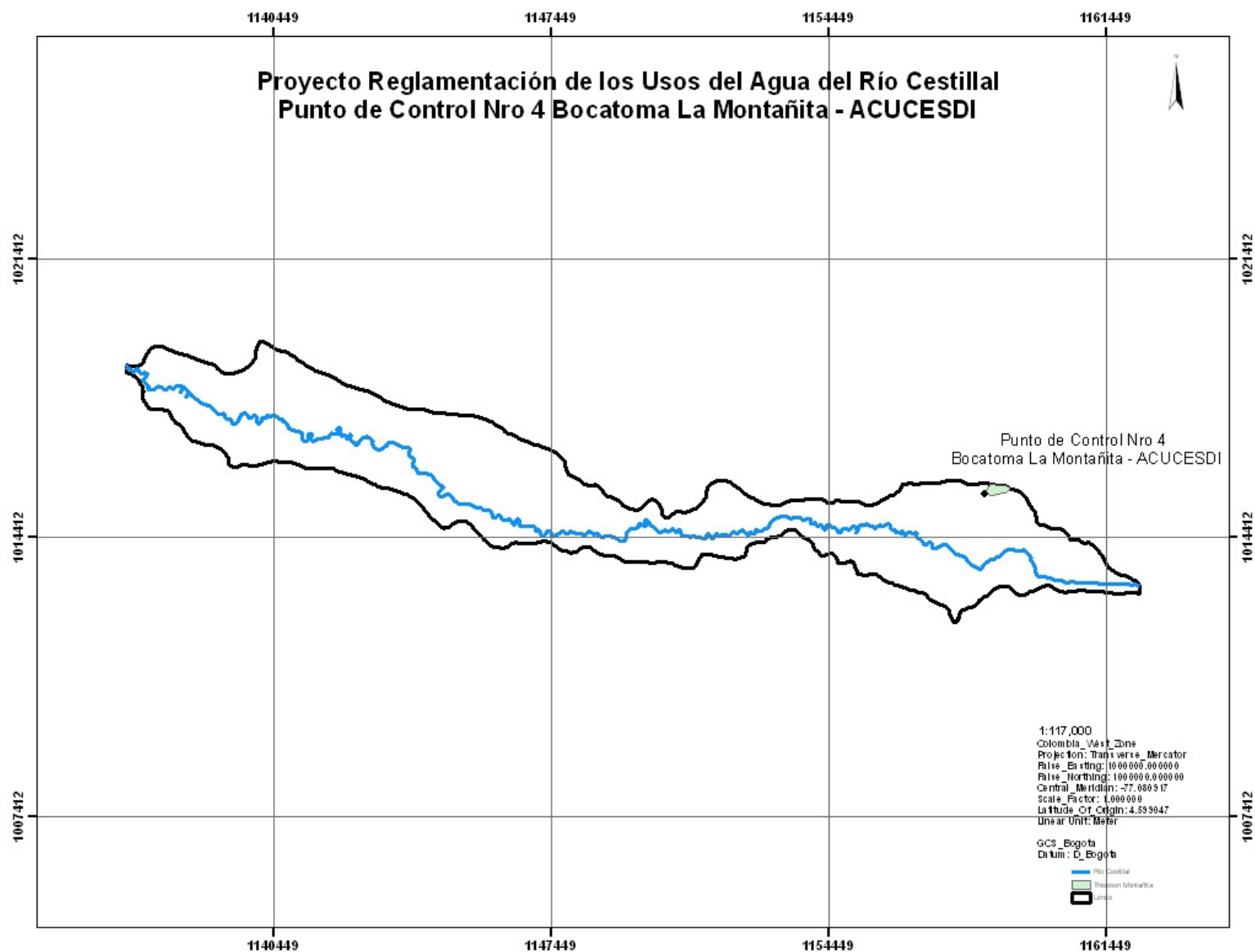
Caudal	m3/s
Q85	0,0597
Q90	0,0514
Q95	0,0437

<b>Qecologico</b>	<b>0,0054</b>	<b>10%</b>
<b>Qconces. PC 2</b>	<b>0,0025</b>	<b>Otorgado</b>
<b>Qconcesionado</b>	<b>0,0358</b>	<b>Max a Otorgar</b>
<b>Qcalidad</b>	<b>0,0000</b>	<b>0%</b>
<b>Qdisponible85</b>	<b>0,0160</b>	
<b>Qdisponible90</b>	<b>0,0077</b>	
<b>Qdisponible95</b>	<b>0,0000</b>	

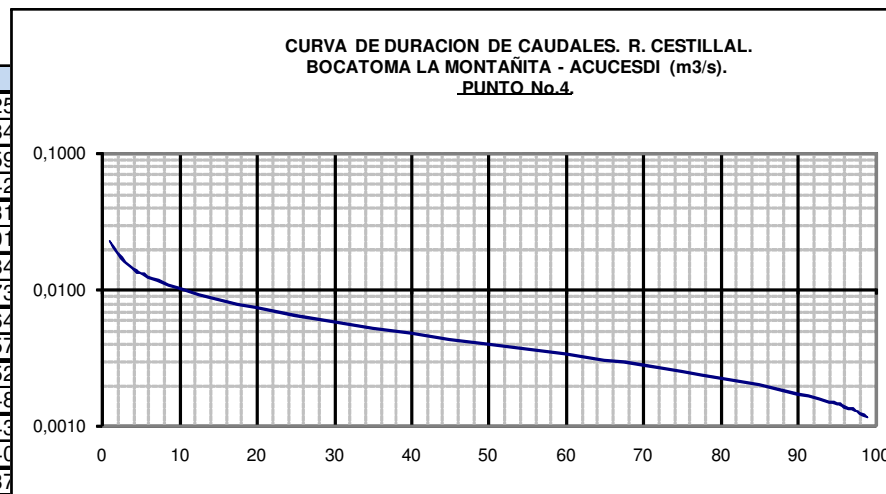
<b>Qecologico</b>	<b>0,0107</b>	<b>20%</b>
<b>Qconces. PC 2</b>	<b>0,0025</b>	<b>Otorgado</b>
<b>Qconcesionado</b>	<b>0,0304</b>	<b>Max a Otorgar</b>
<b>Qcalidad</b>	<b>0,0000</b>	<b>0%</b>
<b>Qdisponible85</b>	<b>0,0160</b>	
<b>Qdisponible90</b>	<b>0,0077</b>	
<b>Qdisponible95</b>	<b>0,0000</b>	

<b>Qecologico</b>	<b>0,0161</b>	<b>30%</b>
<b>Qconces. PC 2</b>	<b>0,0025</b>	<b>Otorgado</b>
<b>Qconcesionado</b>	<b>0,0250</b>	<b>Max a Otorgar</b>
<b>Qcalidad</b>	<b>0,0000</b>	<b>0%</b>
<b>Qdisponible85</b>	<b>0,0161</b>	
<b>Qdisponible90</b>	<b>0,0078</b>	
<b>Qdisponible95</b>	<b>0,0000</b>	

## Anexo 4.4 Disponibilidad Hídrica Punto de Control No 4 Bocatoma La Montañita ACUCESDI



%	Q (l/s)	%	Q (m3/s)	%	Q
1	4.060.000	1	406,00	1	0,0225
2	3.329.529	2	332,95	2	0,0184
3	2.876.744	3	287,67	3	0,0156
4	2.570.144	4	257,01	4	0,0142
5	2.373.000	5	237,30	5	0,0131
10	1.820.000	10	182,00	10	0,0101
15	1.510.000	15	151,00	15	0,0084
20	1.310.000	20	131,00	20	0,0073
25	1.149.900	25	114,99	25	0,0064
30	1.030.000	30	103,00	30	0,0057
35	940.000	35	94,00	35	0,0052
40	860.000	40	86,00	40	0,0048
45	780.000	45	78,00	45	0,0043
50	720.000	50	72,00	50	0,0040
55	660.000	55	66,00	55	0,0037
60	606.900	60	60,69	60	0,0034
65	550.560	65	55,06	65	0,0030
70	502.660	70	50,27	70	0,0028
75	451.525	75	45,15	75	0,0025
80	408.840	80	40,88	80	0,0023
85	360.000	85	36,00	85	0,0020
90	310.000	90	31,00	90	0,0017
95	263.360	95	26,34	95	0,0015
96	250.000	96	25,00	96	0,0014
97	240.000	97	24,00	97	0,0013
97,5	231.937	97,5	23,19	97,5	0,0013
98	223.873	98	22,39	98	0,0012
99	208.000	99	20,80	99	0,0012



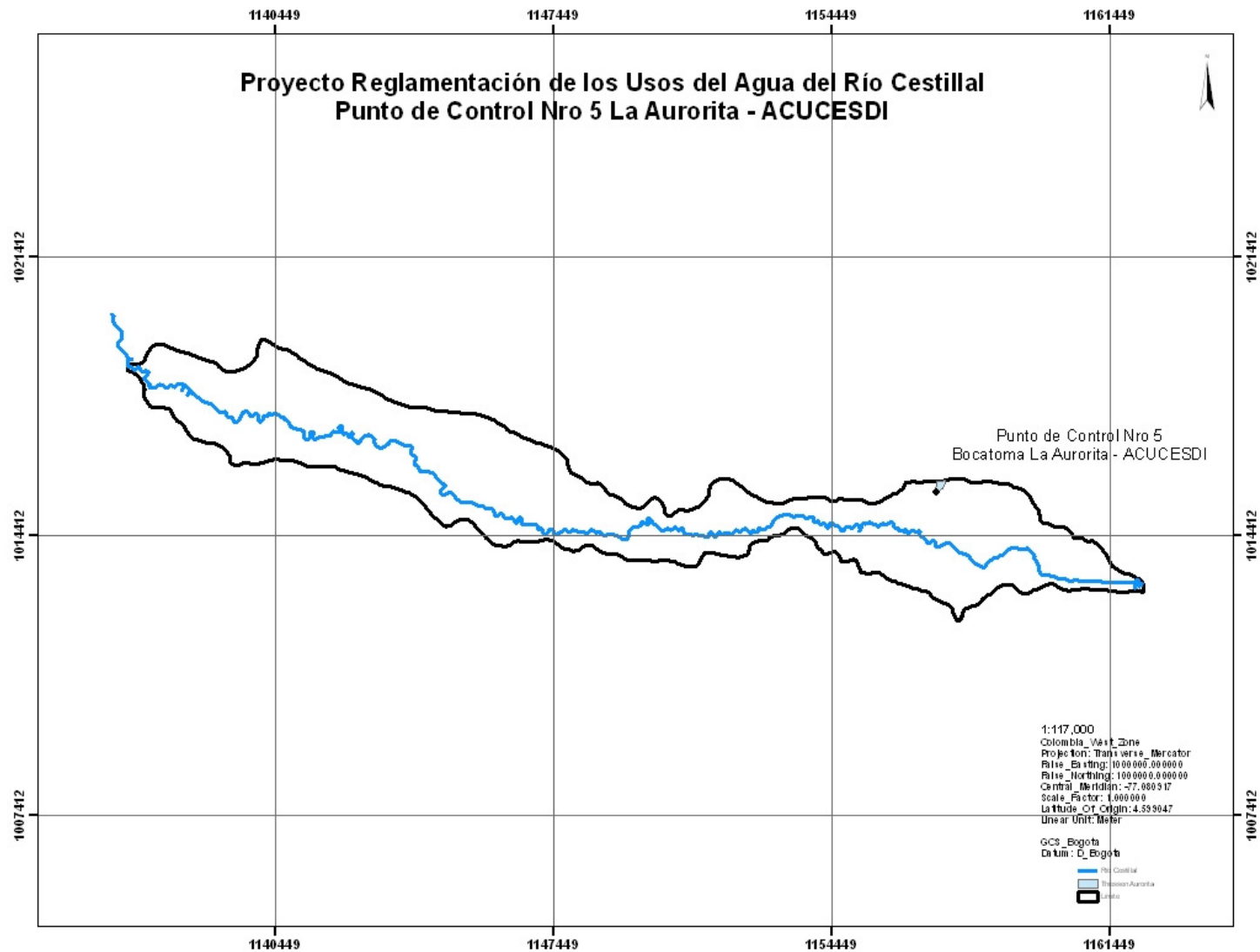
Caudal	m3/s
Q85	0,002
Q90	0,002
Q95	0,001

Qecologico	0,0002	10%
Qconcesionado	0,0013	Max a Otorgar
Qcalidad	0,0000	0%
Qdisponible85	0,0005	
Qdisponible90	0,0003	
Qdisponible95	0,0000	

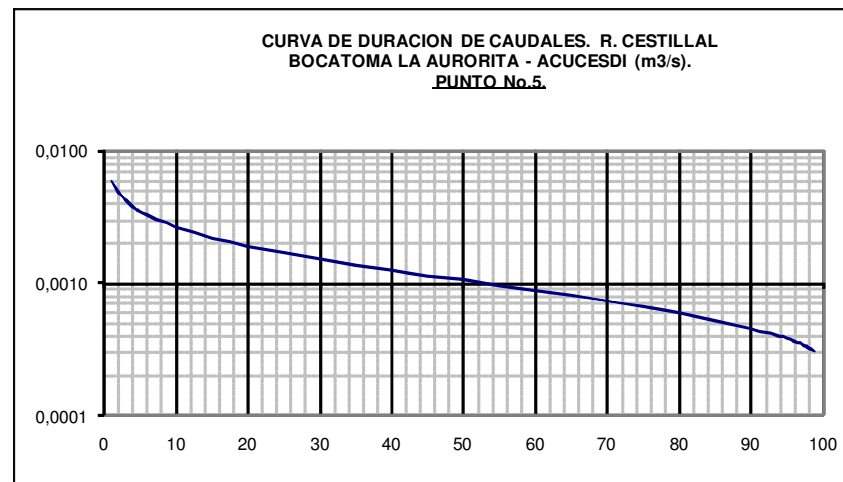
Qecologico	0,0004
Qconcesionado	0,0011
Qcalidad	0,0000
Qdisponible85	0,0005
Qdisponible90	0,0003
Qdisponible95	0,0000

Qecologico	0,000532	30%
Qconcesionado	0,000927	Max a Otorgar
Qcalidad	0,000000	0%
Qdisponible85	0,000535	
Qdisponible90	0,000258	
Qdisponible95	0,000000	

## Anexo 4.5 Disponibilidad Hídrica Punto de Control No 5 Bocatoma La Aurorita ACUCESDI



%	Q (l/s)	%	Q (m3/s)	%	Q
1	4.060.000	1	406,00	1	0,0059
2	3.329.529	2	332,95	2	0,0049
3	2.876.744	3	287,67	3	0,0042
4	2.570.144	4	257,01	4	0,0038
5	2.373.000	5	237,30	5	0,0035
10	1.820.000	10	182,00	10	0,0027
15	1.510.000	15	151,00	15	0,0022
20	1.310.000	20	131,00	20	0,0019
25	1.149.900	25	114,99	25	0,0017
30	1.030.000	30	103,00	30	0,0015
35	940.000	35	94,00	35	0,0014
40	860.000	40	86,00	40	0,0013
45	780.000	45	78,00	45	0,0011
50	720.000	50	72,00	50	0,0011
55	660.000	55	66,00	55	0,0010
60	606.900	60	60,69	60	0,0009
65	550.560	65	55,06	65	0,0008
70	502.660	70	50,27	70	0,0007
75	451.525	75	45,15	75	0,0007
80	408.840	80	40,88	80	0,0006
85	360.000	85	36,00	85	0,0005
90	310.000	90	31,00	90	0,0005
95	263.360	95	26,34	95	0,0004
96	250.000	96	25,00	96	0,0004
97	240.000	97	24,00	97	0,0004
97,5	231.937	97,5	23,19	97,5	0,0003
98	223.873	98	22,39	98	0,0003
99	208.000	99	20,80	99	0,0003



Caudal	m3/s
Q85	0,00053
Q90	0,00045
Q95	0,00038

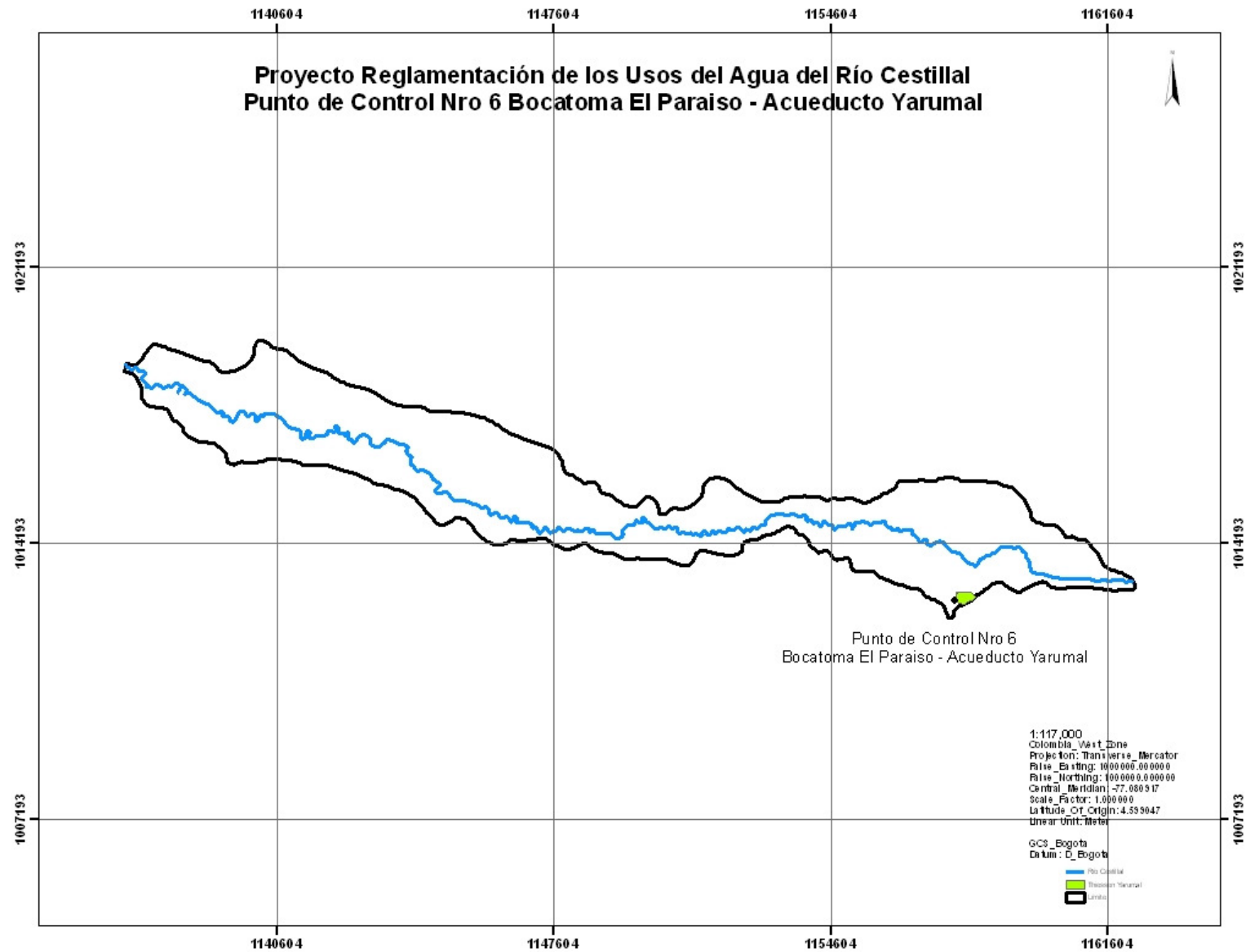
<b>Qecologico</b>	<b>0,0001</b>	<b>10%</b>
<b>Qconcesionado</b>	<b>0,0003</b>	<b>Max otorgar</b>
<b>Qcalidad</b>	<b>0,0000</b>	<b>0%</b>
<b>Qdisponible85</b>	<b>0,0001</b>	
<b>Qdisponible90</b>	<b>0,0004</b>	
<b>Qdisponible95</b>	<b>0,0000</b>	

<b>Qecologico</b>	<b>0,0002</b>	<b>20%</b>
<b>Qconcesionado</b>	<b>0,0002</b>	<b>Max otorgar</b>
<b>Qcalidad</b>	<b>0,0000</b>	<b>0%</b>
<b>Qdisponible85</b>	<b>0,0001</b>	
<b>Qdisponible90</b>	<b>0,0001</b>	
<b>Qdisponible95</b>	<b>0,0000</b>	

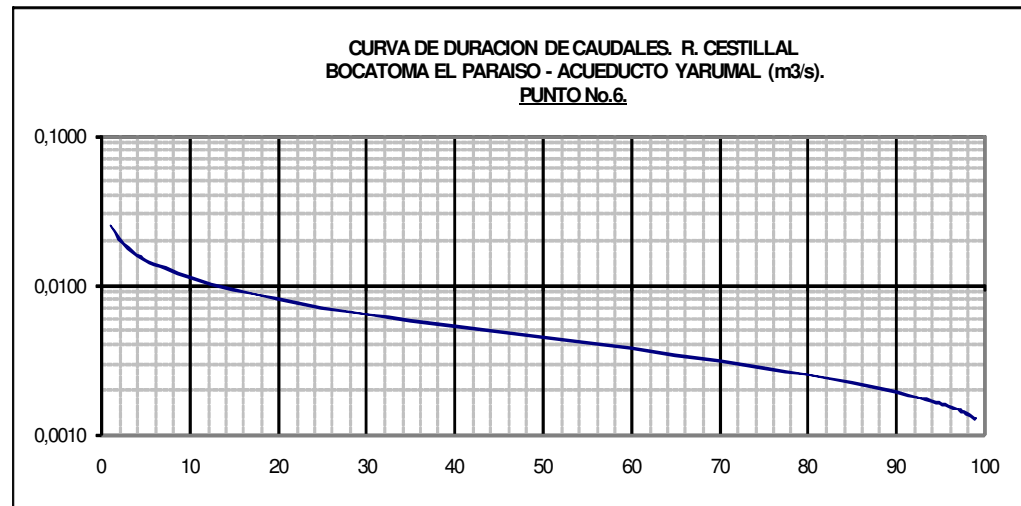
<b>Qecologico</b>	<b>0,0002</b>	<b>30%</b>
<b>Qconcesionado</b>	<b>0,0002</b>	<b>Max otorgar</b>
<b>Qcalidad</b>	<b>0,0000</b>	<b>0%</b>
<b>Qdisponible85</b>	<b>0,0001</b>	
<b>Qdisponible90</b>	<b>0,0001</b>	
<b>Qdisponible95</b>	<b>0,0000</b>	



## Anexo 4.6 Disponibilidad Hídrica Punto de Control No 6 Bocatoma El Paraíso Acueducto Yarumal



%	Q (m3/s)	%	Q
1	406,00	1	0,0250
2	332,95	2	0,0205
3	287,67	3	0,0177
4	257,01	4	0,0159
5	237,30	5	0,0146
10	182,00	10	0,0112
15	151,00	15	0,0093
20	131,00	20	0,0081
25	114,99	25	0,0071
30	103,00	30	0,0064
35	94,00	35	0,0058
40	86,00	40	0,0053
45	78,00	45	0,0048
50	72,00	50	0,0044
55	66,00	55	0,0041
60	60,69	60	0,0037
65	55,06	65	0,0034
70	50,27	70	0,0031
75	45,15	75	0,0028
80	40,88	80	0,0025
85	36,00	85	0,0022
90	31,00	90	0,0019
95	26,34	95	0,0016
96	25,00	96	0,0015
97	24,00	97	0,0015
97,5	23,19	97,5	0,0014
98	22,39	98	0,0014
99	20,80	99	0,0013



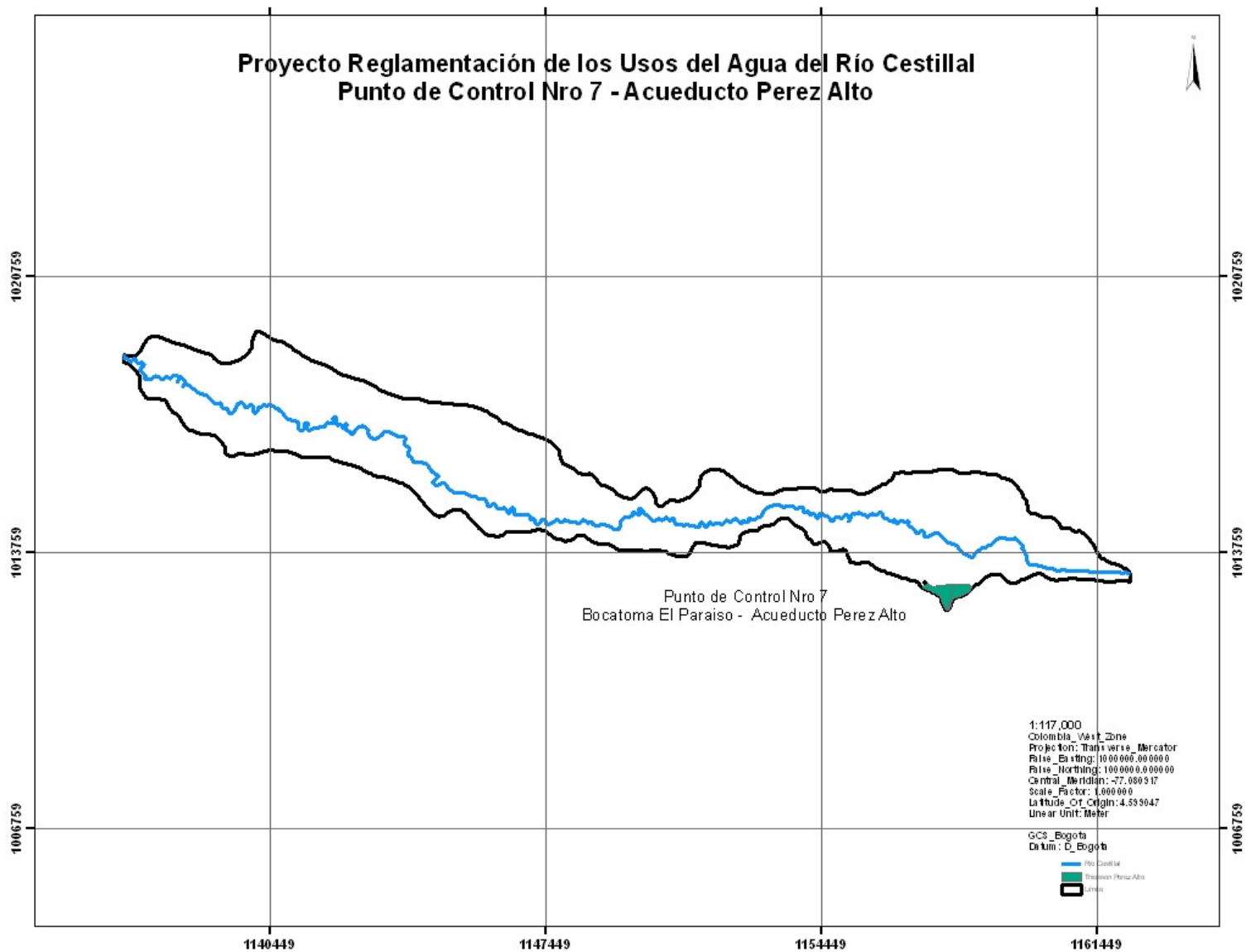
Caudal	m3/s
Q85	0,0022
Q90	0,0019
Q95	0,0016

<b>Qecologico</b>	<b>0,0002</b>	<b>10%</b>
<b>Qconcesionado</b>	<b>0,0015</b>	<b>Otorgado</b>
<b>Qcalidad</b>	<b>0,0000</b>	<b>0%</b>
<b>Qdisponible85</b>	<b>0,0005</b>	
<b>Qdisponible90</b>	<b>0,0002</b>	
<b>Qdisponible95</b>	<b>-0,0001</b>	

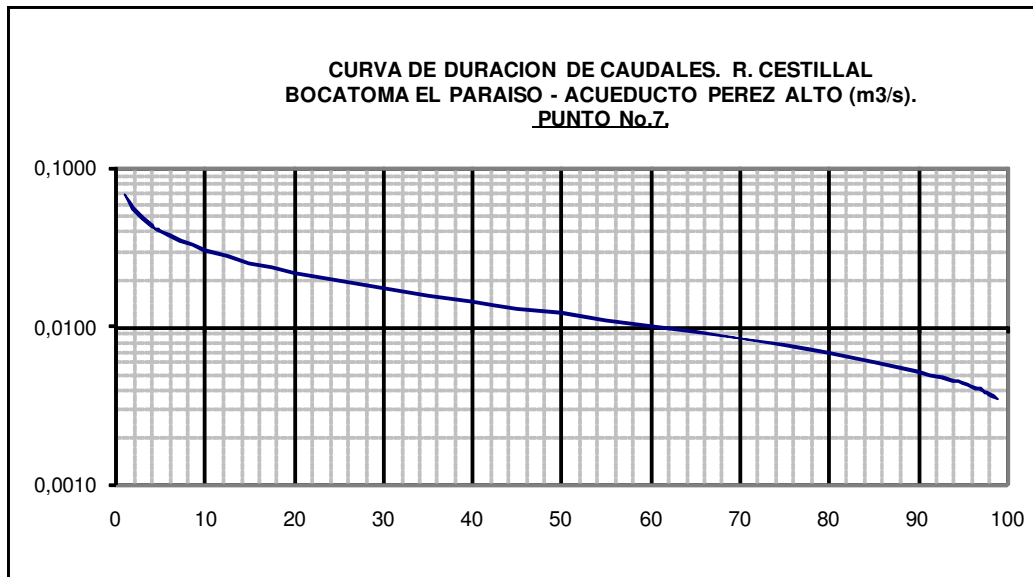
<b>Qecologico</b>	<b>0,0005</b>	<b>20%</b>
<b>Qconcesionado</b>	<b>0,0015</b>	<b>Otorgado</b>
<b>Qcalidad</b>	<b>0,0000</b>	<b>0%</b>
<b>Qdisponible85</b>	<b>0,0003</b>	
<b>Qdisponible90</b>	<b>0,0000</b>	
<b>Qdisponible95</b>	<b>-0,0003</b>	

<b>Qecologico</b>	<b>0,0007</b>	<b>30%</b>
<b>Qconcesionado</b>	<b>0,0015</b>	<b>Otorgado</b>
<b>Qcalidad</b>	<b>0,0000</b>	<b>0%</b>
<b>Qdisponible85</b>	<b>0,0000</b>	
<b>Qdisponible90</b>	<b>-0,0003</b>	
<b>Qdisponible95</b>	<b>-0,0006</b>	

## Anexo 4.7 Disponibilidad Hídrica Punto de Control No 7 Acueducto Pérez Alto



%	Q (m3/s)	%	Q
1	406,00	1	0,0676
2	332,95	2	0,0554
3	287,67	3	0,0479
4	257,01	4	0,0428
5	237,30	5	0,0395
10	182,00	10	0,0303
15	151,00	15	0,0251
20	131,00	20	0,0218
25	114,99	25	0,0191
30	103,00	30	0,0171
35	94,00	35	0,0156
40	86,00	40	0,0143
45	78,00	45	0,0130
50	72,00	50	0,0120
55	66,00	55	0,0110
60	60,69	60	0,0101
65	55,06	65	0,0092
70	50,27	70	0,0084
75	45,15	75	0,0075
80	40,88	80	0,0068
85	36,00	85	0,0060
90	31,00	90	0,0052
95	26,34	95	0,0044
96	25,00	96	0,0042
97	24,00	97	0,0040
97,5	23,19	97,5	0,0039
98	22,39	98	0,0037
99	20,80	99	0,0035



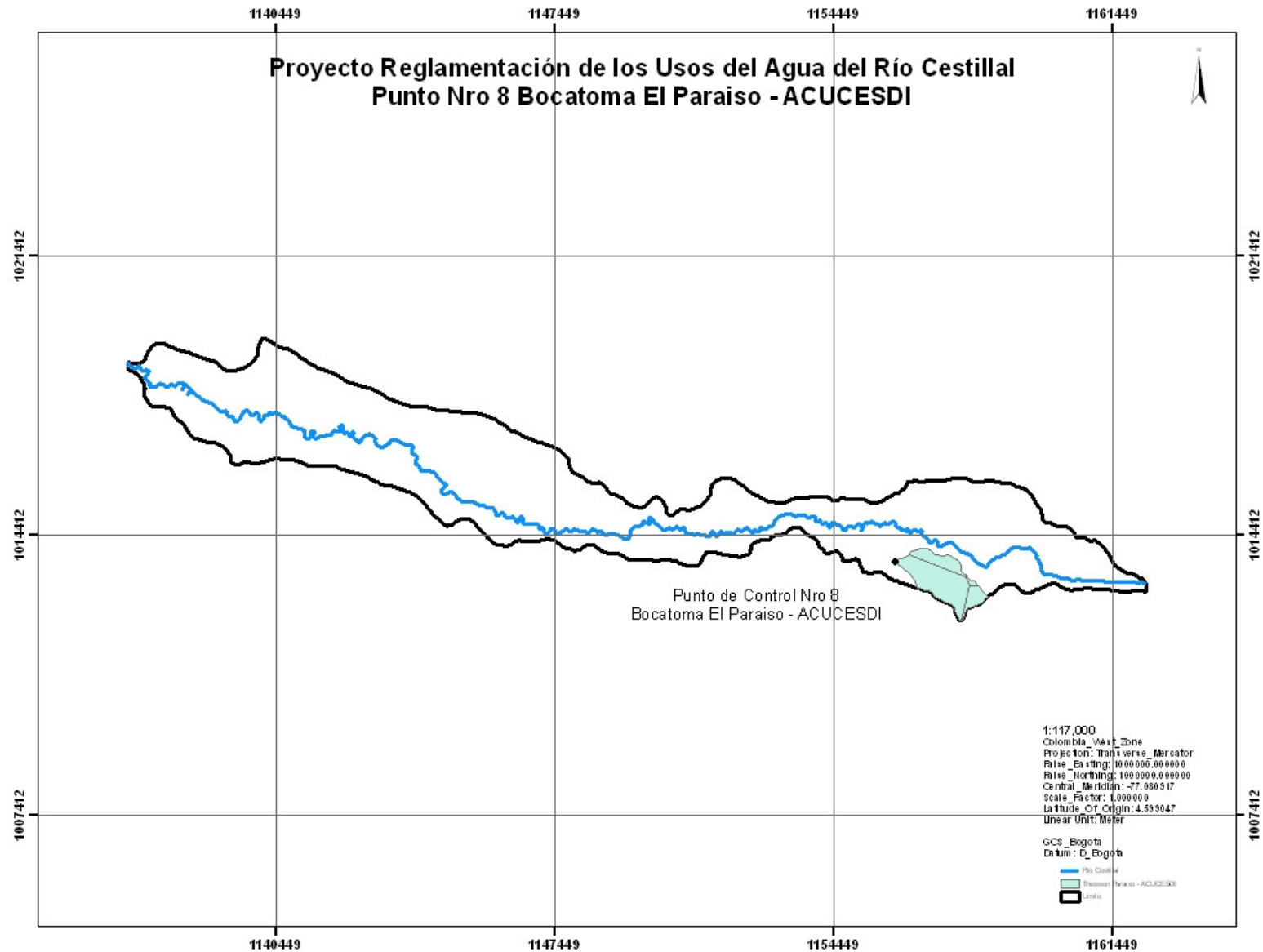
Caudal	m3/s
Q85	0,0060
Q90	0,0052
Q95	0,0044

<b>Qecologico</b>	<b>0,0007</b>	<b>10%</b>
<b>Qconces. PC 6</b>	<b>0,0015</b>	<b>Otorgado</b>
<b>Qconcesionado</b>	<b>0,0025</b>	<b>Otorgado</b>
<b>Qcalidad</b>	<b>0,0000</b>	<b>0%</b>
<b>Qdisponible85</b>	<b>0,0013</b>	
<b>Qdisponible90</b>	<b>0,0005</b>	
<b>Qdisponible95</b>	<b>-0,0003</b>	

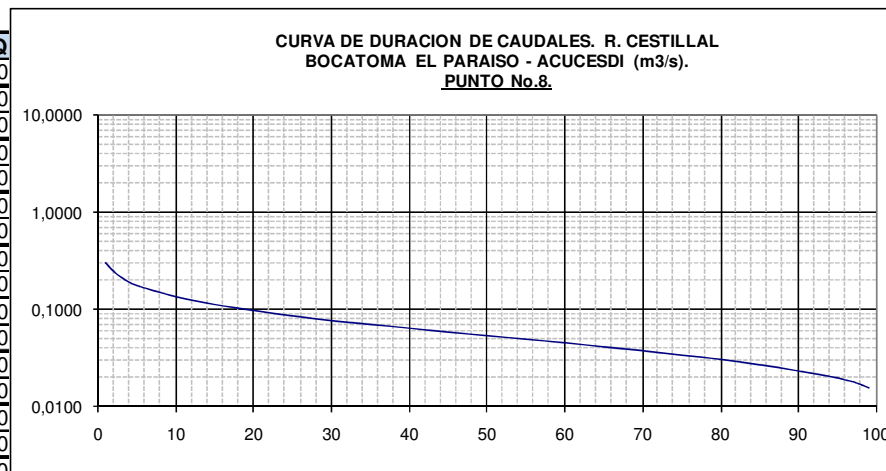
<b>Qecologico</b>	<b>0,0014</b>	<b>20%</b>
<b>Qconces. PC 6</b>	<b>0,0015</b>	<b>Otorgado</b>
<b>Qconcesionado</b>	<b>0,0025</b>	<b>Otorgado</b>
<b>Qcalidad</b>	<b>0,0000</b>	<b>0%</b>
<b>Qdisponible85</b>	<b>0,0006</b>	
<b>Qdisponible90</b>	<b>-0,0002</b>	
<b>Qdisponible95</b>	<b>-0,0010</b>	

<b>Qecologico</b>	<b>0,0021</b>	<b>30%</b>
<b>Qconces. PC 6</b>	<b>0,0015</b>	<b>Otorgado</b>
<b>Qconcesionado</b>	<b>0,0025</b>	<b>Otorgado</b>
<b>Qcalidad</b>	<b>0,0000</b>	<b>0%</b>
<b>Qdisponible85</b>	<b>-0,0001</b>	
<b>Qdisponible90</b>	<b>-0,0009</b>	
<b>Qdisponible95</b>	<b>-0,0017</b>	

## Anexo 4.8 Disponibilidad Hídrica Punto de Control No 8 Bocatoma El Paraíso ACUCESDI



%	Q (l/s)	%	Q (m3/s)	%	Q
1	4.060.000	1	406,00	1	0
2	3.329.529	2	332,95	2	0
3	2.876.744	3	287,67	3	0
4	2.570.144	4	257,01	4	0
5	2.373.000	5	237,30	5	0
10	1.820.000	10	182,00	10	0
15	1.510.000	15	151,00	15	0
20	1.310.000	20	131,00	20	0
25	1.149.900	25	114,99	25	0
30	1.030.000	30	103,00	30	0
35	940.000	35	94,00	35	0
40	860.000	40	86,00	40	0
45	780.000	45	78,00	45	0
50	720.000	50	72,00	50	0
55	660.000	55	66,00	55	0
60	606.900	60	60,69	60	0
65	550.560	65	55,06	65	0,0412
70	502.660	70	50,27	70	0,0376
75	451.525	75	45,15	75	0,0338
80	408.840	80	40,88	80	0,0306
85	360.000	85	36,00	85	0,0269
90	310.000	90	31,00	90	0,0232
95	263.360	95	26,34	95	0,0197
96	250.000	96	25,00	96	0,0187
97	240.000	97	24,00	97	0,0180
97,5	231.937	97,5	23,19	97,5	0,0173
98	223.873	98	22,39	98	0,0167
99	208.000	99	20,80	99	0,0156



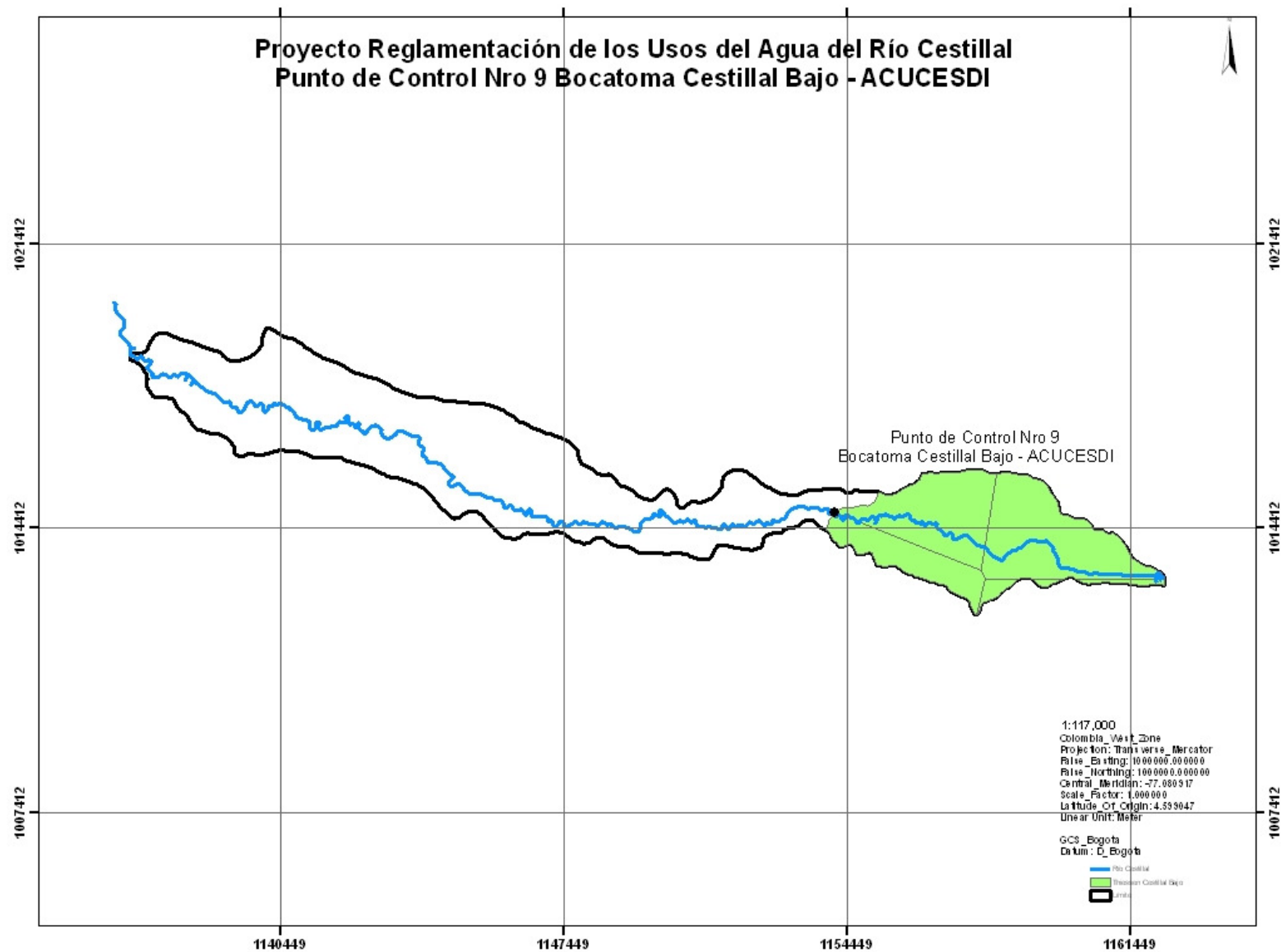
Caudal	m3/s
Q85	0,027
Q90	0,023
Q95	0,020

<b>Qecologico</b>	<b>0,0034</b>	<b>10%</b>
<b>Qconces. PC 6</b>	<b>0,0015</b>	<b>Otorgado</b>
<b>Qconces. PC 7</b>	<b>0,0025</b>	<b>Otorgado</b>
<b>Qconcesionado</b>	<b>0,0163</b>	<b>Max a Otorgar</b>
<b>Qcalidad</b>	<b>0,0000</b>	<b>0%</b>
<b>Qdisponible85</b>	<b>0,0032</b>	
<b>Qdisponible90</b>	<b>-0,0005</b>	
<b>Qdisponible95</b>	<b>-0,0040</b>	

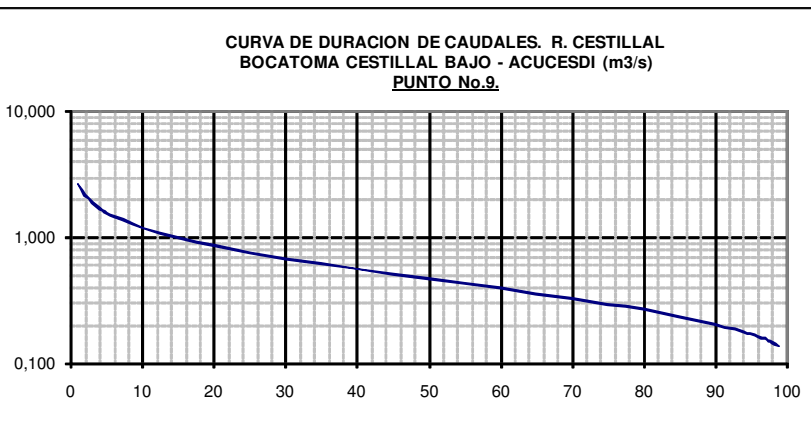
<b>Qecologico</b>	<b>0,0068</b>
<b>Qconces. PC 6</b>	<b>0,0015</b>
<b>Qconces. PC 7</b>	<b>0,0025</b>
<b>Qconcesionado</b>	<b>0,0089</b>
<b>Qcalidad</b>	<b>0,0000</b>
<b>Qdisponible85</b>	<b>0,0073</b>
<b>Qdisponible90</b>	<b>0,0035</b>
<b>Qdisponible95</b>	<b>0,0000</b>

<b>Qecologico</b>	<b>0,0101</b>	<b>30%</b>
<b>Qconces. PC 6</b>	<b>0,0015</b>	<b>Otorgado</b>
<b>Qconces. PC 7</b>	<b>0,0025</b>	<b>Otorgado</b>
<b>Qconcesionado</b>	<b>0,0096</b>	<b>Max a Otorgar</b>
<b>Qcalidad</b>	<b>0,0000</b>	<b>0%</b>
<b>Qdisponible85</b>	<b>0,0032</b>	
<b>Qdisponible90</b>	<b>-0,0005</b>	
<b>Qdisponible95</b>	<b>-0,0040</b>	

## Anexo 4.9 Disponibilidad Hídrica Punto de Control No 9 Bocatoma Cestillal Bajo ACUCESDI



%	Q (l/s)	%	Q (m3/s)	%	Q
1	4.060.000	1	406,00	1	2,63
2	3.329.529	2	332,95	2	2,16
3	2.876.744	3	287,67	3	1,86
4	2.570.144	4	257,01	4	1,66
5	2.373.000	5	237,30	5	1,54
10	1.820.000	10	182,00	10	1,18
15	1.510.000	15	151,00	15	0,98
20	1.310.000	20	131,00	20	0,85
25	1.149.900	25	114,99	25	0,74
30	1.030.000	30	103,00	30	0,66
35	940.000	35	94,00	35	0,61
40	860.000	40	86,00	40	0,55
45	780.000	45	78,00	45	0,50
50	720.000	50	72,00	50	0,46
55	660.000	55	66,00	55	0,42
60	606.900	60	60,69	60	0,39
65	550.560	65	55,06	65	0,35
70	502.660	70	50,27	70	0,326
75	451.525	75	45,15	75	0,293
80	408.840	80	40,88	80	0,265
85	360.000	85	36,00	85	0,234
90	310.000	90	31,00	90	0,201
95	263.360	95	26,34	95	0,171
96	250.000	96	25,00	96	0,162
97	240.000	97	24,00	97	0,156
97,5	231.937	97,5	23,19	97,5	0,151
98	223.873	98	22,39	98	0,145
99	208.000	99	20,80	99	0,135



Caudal	m3/s
Q85	0,234
Q90	0,201
Q95	0,171

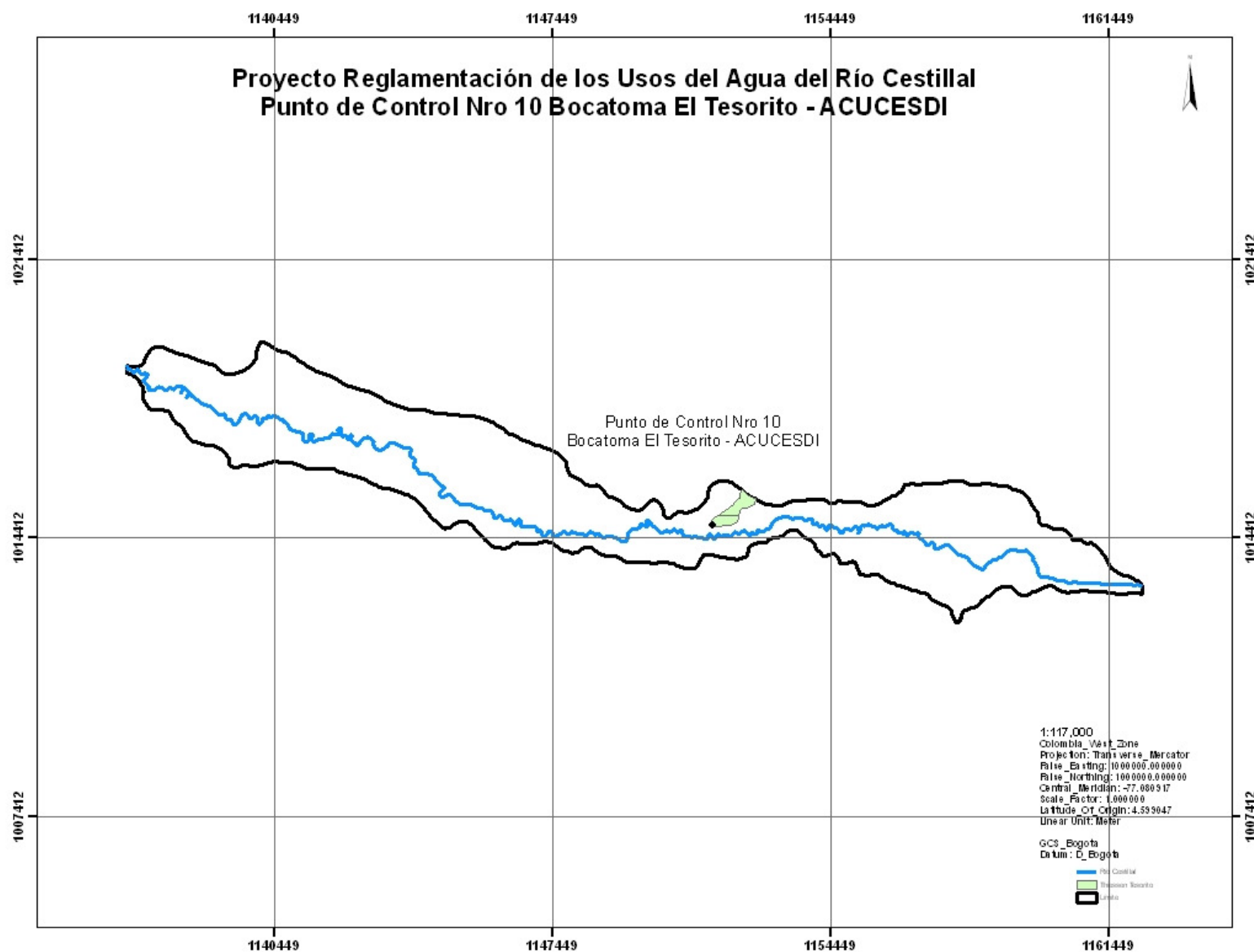
Qecologico	0,0262	10%
Qconcesionado PC 2	0,0025	Otorgado
Qconcesionado PC 3	0,0358	Max a otorgar
Qconcesionado PC 4	0,0013	Max a otorgar
Qconcesionado PC 5	0,0003	Max a otorgar
Qconcesionado PC 6	0,0015	Otorgado
Qconcesionado PC 7	0,0025	Otorgado
Qconcesionado PC 8	0,0163	Max a otorgar
Qconcesionado PC 9	0,1050	Otorgado
Qcalidad	0,0000	0%
Qdisponible85	0,0424	
Qdisponible90	0,0099	
Qdisponible95	-0,0204	

Qecologico	0,0524
Qconcesionado PC 2	0,0025
Qconcesionado PC 3	0,0304
Qconcesionado PC 4	0,0011
Qconcesionado PC 5	0,0002
Qconcesionado PC 6	0,0015
Qconcesionado PC 7	0,0025
Qconcesionado PC 8	0,0089
Qconcesionado PC 9	0,1050
Qcalidad	0,0000
Qdisponible85	0,0292
Qdisponible90	-0,0032
Qdisponible95	-0,0335

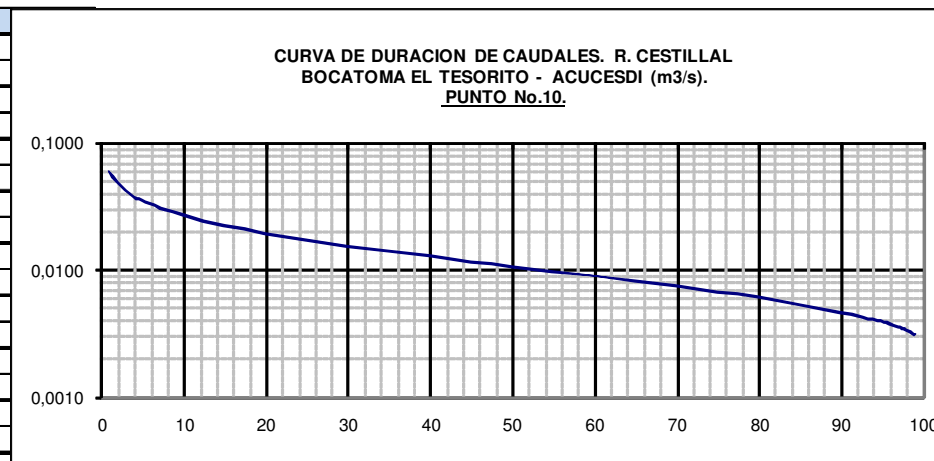
Qecologico	0,0786
Qconcesionado PC 2	0,0025
Qconcesionado PC 3	0,0250
Qconcesionado PC 4	0,0009
Qconcesionado PC 5	0,0002
Qconcesionado PC 6	0,0015
Qconcesionado PC 7	0,0025
Qconcesionado PC 8	0,0096
Qconcesionado PC 9	0,1050
Qcalidad	0,0000
Qdisponible85	0,0080
Qdisponible90	-0,0245
Qdisponible95	-0,0548



## Anexo 4.10 Disponibilidad Hídrica Punto de Control No 10 Bocatoma El Tesorito ACUCESDI



%	Q (l/s)	%	Q (m3/s)	%	
1	4.060.000	1	406,00	1	
2	3.329.529	2	332,95	2	
3	2.876.744	3	287,67	3	
4	2.570.144	4	257,01	4	
5	2.373.000	5	237,30	5	
10	1.820.000	10	182,00	10	
15	1.510.000	15	151,00	15	
20	1.310.000	20	131,00	20	
25	1.149.900	25	114,99	25	
30	1.030.000	30	103,00	30	
35	940.000	35	94,00	35	
40	860.000	40	86,00	40	
45	780.000	45	78,00	45	
50	720.000	50	72,00	50	
55	660.000	55	66,00	55	
60	606.900	60	60,69	60	
65	550.560	65	55,06	65	0,0062
70	502.660	70	50,27	70	0,0075
75	451.525	75	45,15	75	0,0068
80	408.840	80	40,88	80	0,0061
85	360.000	85	36,00	85	0,0054
90	310.000	90	31,00	90	0,0046
95	263.360	95	26,34	95	0,0039
96	250.000	96	25,00	96	0,0037
97	240.000	97	24,00	97	0,0036
97,5	231.937	97,5	23,19	97,5	0,0035
98	223.873	98	22,39	98	0,0034
99	208.000	99	20,80	99	0,0031



Caudal	m3/s
Q85	0,005
Q90	0,005
Q95	0,004

<b>Qecologico</b>	<b>0,0007</b>	<b>10%</b>
<b>Qconcesionado</b>	<b>0,0032</b>	<b>Max a Otorgar</b>
<b>Qcalidad</b>	<b>0,0000</b>	<b>0%</b>
<b>Qdisponible85</b>	<b>0,0014</b>	
<b>Qdisponible90</b>	<b>0,0007</b>	
<b>Qdisponible95</b>	<b>0,0000</b>	

<b>Qecologico</b>	<b>0,0015</b>
<b>Qconcesionado</b>	<b>0,0025</b>
<b>Qcalidad</b>	<b>0,0000</b>
<b>Qdisponible85</b>	<b>0,0014</b>
<b>Qdisponible90</b>	<b>0,0007</b>
<b>Qdisponible95</b>	<b>0,0000</b>

<b>Qecologico</b>	<b>0,0022</b>	<b>30%</b>
<b>Qconcesionado</b>	<b>0,0017</b>	<b>Max a Otorgar</b>
<b>Qcalidad</b>	<b>0,0000</b>	<b>0%</b>
<b>Qdisponible85</b>	<b>0,0014</b>	
<b>Qdisponible90</b>	<b>0,0007</b>	
<b>Qdisponible95</b>	<b>0,0000</b>	

## Anexo 5 Registros críticos de caudal y parámetros de calidad en el río Cestillal

CARDER LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUAS CRA.12#16E-132 VIA LIBARE TEL.3314459		REPORTE DE RESULTADOS INTERNOS-CARDER		RRI - LA - 001	
PROGRAMA / FUENTE : QUEBRADA CESTILLAL			TIPO DE MUESTREO : Puntual		
PARAMETROS	UNIDADES	Desembocadura	Puente Via Alcalá	Puente Via Altagracia - Arabia	Via Yarumal Hacienda El Cedral
CODIGO / No.		CE - 01	CE - 02	CE - 03	CE - 04
MUESTRA No.		0 06	0 07	0 08	0 09
FECHA TOMA E INGRESO		Febrero 4/2003	Febrero 4/2003	Febrero 4/2003	Febrero 4/2003
HORA TOMA DEMUESTRA		10:30	13:15	14:45	16:00
FECHA DE ANALISIS		Febrero 5/2003	Febrero 5/2003	Febrero 5/2003	Febrero 5/2003
CAUDAL	L/seg.	450	392	119	6
TEMPERATURA AGUA	oC	23	22,8	23	17,5
TEMPERATURA AMBIENTE	oC	29	25	27	22
TURBIEDAD	N.T.U.	4	2	5,5	2,5
pH CAMPO	Uds. pH	8,31	7,88	7,9	7,45
pH LABORATORIO	Uds. pH	8,26	7,86	7,84	7,41
SOLIDOS TOTALES	mg/L	108	86	86	77
COLOR VERDADERO	Uds. Pt/Co	15	10	5	5
D.Q.O.	mg/L O2	6,6	< 5	< 5	< 5
DBO5	mg/L O2	1,6	1	1,6	0,8
OXIGENO DISUELTO CAMPO	mg/L O2	8	8,1	7,8	7,2
OXIGENO DISUELTO LABORATORIO	mg/L O2				7,16
NITRATOS	mg/L N-NO3	0,87610	0,85649	0,42550	0,29491
NITRITOS	mg/L N-NO2	0,00308	0,00779	0,00214	< 0,001
SULFATOS	mg/L SO4=	3,81000	3,26490	4,68790	3,92000
FOSFATOS	mg/L PO4 -3	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
CLORUROS	mg/L Cl-	7,0	3,0	< 1,5	< 1,5
DUREZA TOTAL	mg/L CaCO3	38,6	44,7	23,5	31,6
ALCALINIDAD TOTAL	mg/L CaCO3	50,4	44,4	33,1	37,3
GRASAS Y/O ACEITES	mg/L	0	0		0
DETERGENTES	mg/L SAAM	< 0,020	< 0,020		< 0,020
HIERRO	mg/L Fe	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06
MANGANESO	mg/L Mn	< 0,029	< 0,029	< 0,029	< 0,029
COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	5000	24000	17000	700
COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	170	500	30	30
OBSERVACIONES: HIERRO Y MANGANESO: Equipo fuera de servicio. Las muestras se leyeron en el Laboratorio de Aguas de la UTP.					
Fecha de Emisión: Febrero 118 de 2003					

Responsables del muestreo : Jorge Alberto Ruiz H.

Responsables de análisis : \_\_\_\_\_

CARDER LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUAS CRA.12#16E-132 VIA LIBARE TEL.3314459		REPORTE DE RESULTADOS INTERNOS-CARDER		RRI - LA - 001	
PROGRAMA / FUENTE : QUEBRADA CESTILLAL		TIPO DE MUESTREO : Puntual			
PARAMETROS	UNIDADES	Desembocadura	Puente Vía Alcalá	Puente Vía Altagracia - Arabia	Vía Yarumal Hacienda El Cedral
CODIGO / No.		CE - 01	CE - 02	CE - 03	CE - 04
MUESTRA No.		0 56	0 57	0 58	0 59
FECHA TOMA E INGRESO		Febrero 19 / 2002	Febrero 19 / 2002	Febrero 19 / 2002	Febrero 19 / 2002
HORA TOMA DEMUESTRA		10:00	12:00	13:20	14:30
FECHA DE ANALISIS		Febrero 20 / 2002	Febrero 20 / 2002	Febrero 20 / 2002	Febrero 20 / 2002
CAUDAL	L/seg.	666	503	210	8
TEMPERATURA AGUA	oC	22,5	22	21,5	18
TEMPERATURA AMBIENTE	oC	25	25	24	22
TURBIEDAD	N.T.U.	3,5	2,6	1,5	1
pH CAMPO	Uds. pH	8,2	7,8	7,76	7,35
pH LABORATORIO	Uds. pH	8,06	7,76	7,79	7,47
SOLIDOS TOTALES	mg/L	109	91	73	68
COLOR VERDADERO	Uds. Pt/Co	15	15	5	0
D.Q.O.	mg/L O2	8,2	< 5	< 5	< 5
DBO5	mg/L O2	0,4	1,2	0,1	2,8
OXIGENO DISUELTO CAMPO	mg/L O2	7,2	7,5	7,2	7,1
OXIGENO DISUELTO LABORATORIO	mg/L O2				7,11
NITRATOS	mg/L N-NO3	0,83612	0,74927	0,33075	0,22648
NITRITOS	mg/L N-NO2	0,00319	0,00474	< 0,001	< 0,001
SULFATOS	mg/L SO4=	4,86980	5,05080	5,20750	4,40730
FOSFATOS	mg/L PO4 -3	0,067159	0,058797	< 0,05	< 0,05
CLORUROS	mg/L Cl-	5,0	3,5	< 1,5	< 1,5
DUREZA TOTAL	mg/L CaCO3	35	32	24	29
ALCALINIDAD TOTAL	mg/L CaCO3	41	36	24	31
GRASAS Y/ O ACEITES	mg/L	0	0		0
DETERGENTES	mg/L SAAM	< 0,001	< 0,001		< 0,001
HIERRO	mg/L Fe	0,26	0,31	< 0,10	< 0,10
MANGANESO	mg/L Mn	< 0,052	< 0,052	< 0,052	< 0,052
COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	14000	30000	13000	500
COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	110	500	240	130
OBSERVACIONES:					
Fecha de Emisión: Febrero 25 de 2002					

Responsables del muestreo : Jorge Alberto Ruiz H.

Responsables de analisis : \_\_\_\_\_

## Anexo 6 Fichas de Información Acueductos Comunitarios

### FORMATO DE CAPTURA DE INFORMACIÓN DE CAMPO USUARIOS DEL AGUA RÍO CESTILLAL

Fecha: 3/04/2009	N° Ficha: 1
<b>IDENTIFICACION DEL USUARIO</b>	
1. Nombre: Asociacion Comunitaria suscriptores acueducto Cestillal El Diamante	
2. Representante legal: Samuel de Jesus Correa	
3. Dirección: Alta gracia, via principal casa # 82	
4. Teléfono: 3259379 Fax: 3259449	
5. Actividad desarrollada: Servicios publicos, acueducto	
6. Contacto: Jorge Luis Gonzales Mejia	
7. Cargo: Gestor Administrativo	
8. Telefono de contacto: 3146825078	
<b>CONSTITUCION DE LA ORGANIZACIÓN</b>	
9. Fecha de construcción: Acta constitucion el 13 de abril de 1999	
10. Tipo de organización: Asociacion comunitaria, de carácter privada y sin animo de lucro	
<b>CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA AMBIENTAL</b>	
11. Resolución N°: 1287 del 2000 conseciòn	
12. Fecha de resolución: octubre 20 del 2000	
13. Entidad que expide la resolución: CARDER	
14. Vigencia de la resolución: 10 años	
15. Caudal otorgado: 105 l/s	
16. Uso otorgado: Domestico, sin embargo las particularidades de la zona exigen consumo pecuario y agricola.	
<b>ASPECTOS ADMINISTRATIVOS</b>	
17. Sistema tarifario: circular 287/04 CRA	
18. Tarifas: estrato socioeconomico Decreto 1282/02	
19. Personal administrativo: cinco personas	
20. Personal operativo: catorce personas	
21. Otro tipo de personal: 1 practicante de la universidad libre y 1 practicante del colegio Ormazá	
22. Gastos administrativos: anexo balance a diciembre 2008	
23. Relaciones con la CAR: buenas relaciones desde hace 4 años	
24. Relaciones entes educativos: UTP, Libre, Catolica, Colegio Gonzalo Echeverri, SENA	
25. Relaciones otras instituciones: CRA, DIAN, SSP (requisitos de ley)	
<b>COBERTURA</b>	
26. Número de suscriptores: 3.490	
27. Poblacion abastecida: 60.000 usuarios, poblacion flotante	
28. Veredas o comunidades abastecidas: Alta gracia, Arabia, Morelia, Estanquillo-palmilla	
29. Porcentaje de cobertura: alta gracia 90%, Arabia 80%, Morelia 90%, Estanquillo-Palmilla 95%	
<b>ASPECTOS OPERATIVOS</b>	
30. Cuenca abastecedora: Rio Cestillal	
31. Usos del suelo de la cuenca: Ganaderia, piscicultura, avicultura, silvicultura, apicultura, porcicultura. Agricultura: platano, banano, cafe, pitahalla, guayaba, citricos, pan cojer, tomate (invernadero), yuca, caña, trapiche.	
32. Cuales de estas actividades presentan un mayor consumo: domestica	
33. Micromedición: si	34. Cobertura: 98%
35. Macromedición: si 50%	36. En todas las bocatomas: no
37. Macromedición en otros sitios: sector morelia y planta alegrias	
38. Consumo promedio: 100l/s	
39. Tipo de consumo: domestico, pecuario, agricola y recreacional	

40. Consumo promedio suscriptores: consumo promedio: 57 m3 bimestral, Consumo alto: 120m3, consumo bajo 5m3.
41. Existencia de usuarios ilegales: si, conexiones ilegales
42. N° aproximado de usuarios ilegales: 87
43. Estrategias de control de usuarios ilegales: bloque de búsqueda, visitas técnicas, visita de fontanero, charlas con el delegado.
44. N° licencias en trámite: 159
45. N° licencias concedidas en el último año: 52
46. Objetivo de expansión: 159 solicitudes por parte de la alcaldía
47. Programa de protección de fuentes hídricas: actualmente se ha realizado un convenio con la CARDER para reforestar, actualmente se está reforestando en la finca Lucitania, la mancha, la sonora, el jordan, la juliana, rancho alegre, Santa Elena, aurorita, Costa Rica, La Argentina.
48. Porcentaje de pérdidas: 57%
49. Estrategias de control de pérdidas: bloque de búsqueda, consumo real/facturación
50. Poseen programas de detección de fugas y planes de reposición de redes:
51. Cuales:
52. Campañas de educación al usuario: se le da capacitación a delegados, planteles educativos por medio de videos y boletines.
53. Plan de uso eficiente del agua: si, desde el año 2006
<b>ASPECTOS TECNICOS</b>
54. Poseen datos de aforos: si, una de las competencias laborales de los fontaneros es realizar aforos
55. Época de lluvia: no en ríos
56. Época de verano:
57. Se ha presentado racionamientos:
58. Época del año:
59. Durante cuánto tiempo:
60. Existen datos de calidad de agua:
61. Descripción del sistema de tratamiento: planta compacta, tanques elevados, filtración ascendente y descendente, diseño brasileiro Valrex
62. N° de captaciones: 6
63. Longitud de la tubería: 67763,70 mts, 67,73 km.
<b>64. Nombre de la captación: Cestillal bajo</b>
Coordenadas: 4° 43' 80,80" N y W 75° 41' 20,40"
Altura: 1507 m.s.n.m
Caudal captado: 43 l/s
Tanque de almacenamiento: tanque el Jazmin, y de este va al tanque Cañaveral y este abastece al tanque la siria
Población abastecida por la captación:
<b>65. Nombre de la captación: Cestillal Alto</b>
Coordenadas: 4°43'12,00" N y W 75° 38' 52,80"
Altura: 1737 m.s.n.m
Caudal captado: 17l/s
Tanque de almacenamiento: planta alegrías (capacidad 50l/s), va al tanque perez y este va al tanque el hogar. De la planta alegrías sale otra línea al tanque alta gracia, que va al tanque cañaveral que va al tanque la siria. El tanque alta gracia también va al tanque el jazmin que abastece el tanque la selva y tanque betulia.
Población abastecida por la captación:
<b>66. Nombre de la captación: La Aurorita (viene en circuito a la montaña)</b>
Coordenadas: 4° 44' 6,00" N y W 75° 39' 43,20"
Altura: 1656 m.s.n.m
Caudal captado: 33 l/s

Tanque de almacenamiento: planta alegrías (capacidad 50l/s), va al tanque perez y este va al tanque el hogar. De la planta alegrías sale otra línea al tanque altagracia, que va al tanque cañaveral que va al tanque la siria. El tanque altagracia tambien va al tanque el jazmin que abastece el tanque la selva y tanque betulia.
Población abastecida por la captación:
<b>67. Nombre de la captacion: La Montañita (va a la aurorita)</b>
Coordenadas: 4° 44' 6,0" N y W 75° 39' 0,00"
Altura: 1774 m.s.n.m
Caudal captado:
Tanque de almacenamiento: planta alegrías (capacidad 50l/s), va al tanque perez y este va al tanque el hogar. De la planta alegrías sale otra línea al tanque altagracia, que va al tanque cañaveral que va al tanque la siria. El tanque altagracia tambien va al tanque el jazmin que abastece el tanque la selva y tanque betulia.
Población abastecida por la captación:
<b>68. Nombre de la captacion: El tesorito</b>
Coordenadas: 4° 43' 42,54" N y 75° 42' 44,76" W
Altura: 1503 msnm
Caudal captado: 6l/s 2 a 3 veces en la semana
Tanque de almacenamiento: planta alegrías (capacidad 50l/s), va al tanque perez y tanque altagracia (va al tanque cañaveral y tanque el jazmin). El tanque cañaveral va al tanque la siria.
Población abastecida por la captación:
<b>69. Nombre de la captacion: El Paraíso</b>
Coordenadas: 4° 43' 9,72" N y W 75° 40' 16,44"
Altura: 1813 m.s.n.m
Caudal captado: 22 L/s
Tanque de almacenamiento: tanque Perez y tanque el Hogar.
Población abastecida por la captación:
<b>DATOS DE LA FICHA</b>
Elaboro: Kelly Andrea Aguirre - Maria Isabel Garcia
<b>OBSERVACIONES</b>
28. veredas: 41, Barrios: 16 Arabia: tres esquinas, miralindo, betulia alta, betulia baja, sector mi ranchito, sector pedregales, perez alto, perez bajo, la canoa, el hogar, sector calle de los fiscales, barrio San Gabriel, barrio san martin, barrio el hoyo, barrio la floresta, barrio arabia centro. Estrella - La Palmilla: vereda la palmilla, vereda el aguacate, vereda la selva, vereda el gurrio, vereda el contenido, vereda la mesenia, plan de vivienda la estrella, casas del sector la palmilla. Altagracia: veredas alegras alto y bajo, guadalito, cañaveral, filo bonito, la una, el kiosko, sector cajones, sector el recreo, vereda el estanquillo, barrio trujillo, barrio colorado, barrio leon suarez, barrio arenales, barrio altagracia centro, barrio sector arcoiris, barrio buenos aires, vereda el jazmin. Morelia: vereda la nueva siria, vereda calle larga, sector frascate, el relleno, vereda santa teresa, vereda la bamba, vereda el congolo, vereda el retiro, n. poblado de morelia. Conversacion Administrador: Planta Alegrías: abastece el corregimiento de altagracia y sus veredas, aproximadamente 9000 habitantes. De esta planta sale por un tubo de 4" a el Paraíso (Tanque Perez) que abastece a el corregimiento de Arabia con aproximadamente 10000 habitantes. Al Tanque cañaveral llegan dos lineas una de la planta alegrías y otra de la captacion de Cestilla Bajo y abastece a 8000 personas. De la captacion de Cestilla bajo sale una línea al tanque el Jazmin y de este va al tanque Cañaveral y luego al tanque Betulia abasteciendo a 5000 habitantes y hace circuito para abastecer en la estrella - la palmilla con 4000 habitantes, otra línea abastece a Guadalito y otra a la vereda el estanquillo donde abastece 2000 habitantes, sale otra línea a pedregales. Del tanque el Jazmin sale al tanque la selva que atiende las veredas el aguacate, el contenido y el gurri y abastece 3000 habitantes, luego hace circuito hacia la estrella - la palmilla. De la bocatoma el tesoro se captan 12l/s y se refuerza al tanque el jazmin en verano, en invierno solo se capta 2 a 3 veces por semana. La captacion del paraíso abastece el nucleo poblado de arabia.

**FORMATO DE CAPTURA DE INFORMACIÓN DE CAMPO USUARIOS DEL AGUA RÍO CESTILLAL**

Fecha: abril 17 del 2009	N° Ficha: 2
<b>IDENTIFICACION DEL USUARIO</b>	
1. Nombre: Asociacion de Usuarios del Acueducto Yarumal	
2. Representante legal: Horacio Gallego Gomez	
3. Dirección: Vereda Yarumal	
4. Teléfono: 3249346	
5. Actividad desarrollada: Prestacion del servicio de acueducto	
6. Contacto: Alvaro Duque Lopez	
7. Cargo: Fontanero	
8. Telefono de contacto: 3249346	
<b>CONSTITUCION DE LA ORGANIZACIÓN</b>	
9. Fecha de construcción: Bocatoma el Paraíso 42 años	
10. Tipo de organización: Asociacion de usuarios	
<b>CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA AMBIENTAL (CONCESION)</b>	
11. Resolución N°: 823 (renueva a la Res 016 de 1995)	
12. Fecha de resolución: 15 de junio del 2007	
13. Entidad que expide la resolución: CARDER	
14. Vigencia de la resolución: 5 años	
15. Caudal otorgado: 1,5 l/s	
16. Uso otorgado: Uso domestico	
<b>ASPECTOS ADMINISTRATIVOS</b>	
17. Sistema tarifario: estratificado	
18. Tarifas: 60% tarifa minima \$4.500, metro3 adicional \$400. Consumos basicos \$6000, \$9000, \$12000, \$15000	
19. Personal administrativo: junta administradora, contadora (\$200000/mes), tesorera (\$80000/mes)	
20. Personal operativo: fontanero (salario minimo)	
21. Otro tipo de personal: integrantes junta de accion comunal	
22. Gastos administrativos: aproximadamente \$1,200,000	
23. Relaciones con la CAR: visitas frecuentes funcionarios CARDER	
24. Relaciones entes educativos: tesistas UTP, colegio San Francisco de Asis de Arabia	
25. Relaciones otras instituciones: Aguas y Aguas, Alcaldia, Secretaria de Salud, Secretaria Desarrollo Rural	
<b>COBERTURA</b>	
26. Número de suscriptores: 138	
27. Población abastecida: 800 personas	
28. Veredas o comunidades abastecidas: Perez alto, Perez bajo y Yarumal	
29. Porcentaje de cobertura: 100 %	
<b>ASPECTOS OPERATIVOS</b>	
30. Cuenca abastecedora: Quebrada El Paraíso	
31. Usos del suelo de la cuenca: Plantaciones Smurfit, ganaderia (pastos), café, platano, avicolas	
32. Cuales de estas actividades presentan un mayor consumo: uso domestico 25 m3 maximo y galpones 60 m3 maximo.	
33. Micromedición: Si	34. Cobertura: 97%
35. Macromedición: No	36. En todas las bocatomas: No
37. Macromedición en otros sitios: No	
38. Consumo promedio: -	
39. Tipo de consumo: domestico	



40. Consumo promedio suscriptores 20-25 m3.
41. Existencia de usuarios ilegales: NO
42. N° aproximado de usuarios ilegales: -
43. Estrategias de control de usuarios ilegales: -
44. N° licencias en tramite: -
45. N° licencias concedidas en el ultimo año: 5
46. Objetivo de expansión: amenaza por venta de minifundios y parcelacion
47. Programa de protección de fuentes hídricas: la escuela realiza actividades de educacion ambiental
48. Porcentaje de pérdidas: no se poseen datos
49. Estrategias de control de pérdidas: renovacion de redes año 2008
50. Poseen programas de deteccion de fugas y planes de reposicion de redes: -
51. Cuales: -
52. Campañas de educación al usuario: reconocen su falta de estrategias en este aspecto.
53. Plan de uso eficiente del agua: si
<b>ASPECTOS TECNICOS</b>
54. Poseen datos de aforos: No
55. Epoca de lluvia: -
56. Epoca de verano: -
57. Se ha presentado racionamientos: No, desde hace 10 años
58. Epoca del año: -
59. Durante cuanto tiempo: -
60. Existen datos de calidad de agua: No
61. Descripción del sistema de tratamiento: caseta de cloracion
62. N° de captaciones: 2 (1 barbas y 1 cestillal)
63. Longitud de la tuberia:
<b>64. Nombre de la captacion: El Paraiso</b>
Coordenadas: 4° 42' 36,00" N y W 75° 39' 20,82"
Caudal captado: Se reunen las 2 captaciones en 2 tanques de distribucion.
Tanque de almacenamiento:
Población abastecida por la captación:
<b>DATOS DE LA FICHA</b>
Elaboro: Kelly Andrea Aguirre - Maria Isabel Garcia.
<b>OBSERVACIONES</b>
11. Resolucion tasa por uso de agua numero 1342.
15. Quebrada las palmas (cuenca rio Barbas) 4.5 l/s.
28. Q. Las palmas abastece a Santa Cruz de Barbas y Yarumal
49. A cargo de Carton Colombia que produce daños en las redes con sus vehiculos.
54 y 60. Realizados por el Instituto Municipal de Salud.

**FORMATO DE CAPTURA DE INFORMACIÓN DE CAMPO USUARIOS DEL AGUA RÍO CESTILLAL**

Fecha: abril 20 del 2009	N° Ficha: 3
<b>IDENTIFICACION DEL USUARIO</b>	
1. Nombre: Asociacion de Suscriptores de Servicio de Agua de Acueducto Perez Alto Barrio La Esperanza	
2. Representante legal: Jair Garzon Giraldo	
3. Dirección: Vereda Perez Alto, continuo escuela Perez Alto	
4. Teléfono: 313-6261838	
5. Actividad desarrollada: prestacion de servicio de acueducto	
6. Contacto: Jair Garzon Giraldo	
7. Cargo: Presidente	
8. Telefono de contacto: 313-6261838	
<b>CONSTITUCION DE LA ORGANIZACIÓN</b>	
9. Fecha de construcción: 40 años de existencia.	
10. Tipo de organización: Asociacion de suscriptores	
<b>CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA AMBIENTAL (CONCESION)</b>	
11. Resolución N°: 0535	
12. Fecha de resolución: 15 de mayo del 2001	
13. Entidad que expide la resolución: CARDER	
14. Vigencia de la resolución: 10 años	
15. Caudal otorgado: 2,5 l/s	
16. Uso otorgado: domestico	
<b>ASPECTOS ADMINISTRATIVOS</b>	
17. Sistema tarifario: niveles 1,2,3,4	
18. Tarifas: nivel 1 \$2000, nivel 2 \$3000, nivel 3 \$3500, nivel 4 \$10000	
19. Personal administrativo: presidente y contadora	
20. Personal operativo: fontanero	
21. Otro tipo de personal: -	
22. Gastos administrativos: \$ 700000	
23. Relaciones con la CAR: apoyo cambio tuberías, buenas relaciones	
24. Relaciones entes educativos: ninguno	
25. Relaciones otras instituciones: secretaria desarrollo rural, secretaria de salud y alcaldia	
<b>COBERTURA</b>	
26. Número de suscriptores: 158	
27. Población abastecida: 790	
28. Veredas o comunidades abastecidas: barrio la esperanza, sector de los aguirres y vereda perez alto	
29. Porcentaje de cobertura. No estimado	
<b>ASPECTOS OPERATIVOS</b>	
30. Cuenca abastecedora: Quebrada El Paraiso	
31. Usos del suelo de la cuenca: Plantaciones Smurfit, ganaderia (pastos), café, platano, avicolas	
32. Cuales de estas actividades presentan un mayor consumo: avicolas	
33. Micromedición: Si	34. Cobertura: 93,7%
35. Macromedición: No	36. En todas las bocatomas: No
37. Macromedición en otros sitios: No	
38. Consumo promedio: No se conoce	
39. Tipo de consumo: domestico	
40. Consumo promedio suscriptores: 20-25 m3	
41. Existencia de usuarios ilegales: no	


42. N° aproximado de usuarios ilegales: -
43. Estrategias de control de usuarios ilegales: revision en predios y de micromedidores
<b>44. N° licencias en tramite: 3</b>
45. N° licencias concedidas en el ultimo año: 3 en los ultimos 2 años
46. Objetivo de expansión: -
47. Programa de protección de fuentes hídricas: CARDER donacion 2 Ha para proteccion de tributario al Paraiso
48. Porcentaje de pérdidas: no posee datos.
49. Estrategias de control de pérdidas: cambio de tuberia de 2" a 4"
50. Poseen programas de deteccion de fugas y planes de reposicion de redes: -
51. Cuales: -
52. Campañas de educación al usuario: -
53. Plan de uso eficiente del agua: propuesta en respuesta de la CARDER
<b>ASPECTOS TECNICOS</b>
54. Poseen datos de aforos: No
55. Epoca de lluvia: No
56. Epoca de verano: Si
57. Se ha presentado racionamientos: hace cinco años
58. Epoca del año: sep/oct/novi hace 5 años
59. Durante cuanto tiempo:
60. Existen datos de calidad de agua: Si
61. Descripción del sistema de tratamiento: doro y arenas estalactitas
62. N° de captaciones: 2: quebrada el paraiso y un afluyente sin nombre que es afluyente de la qda pa
63. Longitud de la tuberia: 7.8 Km
<b>64. Nombre de la captacion: Quebrada El Paraiso</b>
Coordenadas: 4° 42' 43,20" N y W 75° 39' 43,20"
Altura: 1755
Caudal captado:
Tanque de almacenamiento: tanque el Paraiso
Población abastecida por la captación:
<b>DATOS DE LA FICHA</b>
Elaboro: Kelly Andrea Aguirre - Maria Isabel Garcia.
<b>OBSERVACIONES</b>
44. Usuario nuevo debe tener implementacion de pozo septico para aguas residuales. 54. el ultimo aforo fue realizado por el ingeniero Juan Carlos Alvares coordinador de agua departamental. Del mismo modo el instituto municipal de salud ha realizado aforos. 58. hace 5 años se presento razonamiento debido a que el acueducto estaba mal administrado y no se tenia micromedicion para hacer control a los usuarios.

**FORMATO DE CAPTURA DE INFORMACIÓN DE CAMPO USUARIOS DEL AGUA RÍO CESTILLAL**

Fecha: 15 de mayo	N° Ficha: 4
<b>IDENTIFICACION DEL USUARIO</b>	
1. Nombre: Asociación de usuarios, acueducto Santa Cruz de Barbas	
2. Representante legal: Olmedo Ramírez	
3. Dirección: Finca Santa Barbará Golf Club	
4. Teléfono: 311-789-4855	
5. Actividad desarrollada: Prestación del servicio de acueducto	
6. Contacto: Marino Duque	
7. Cargo: Fontanero	
8. Teléfono de contacto: 315-283-7166	
<b>CONSTITUCION DE LA ORGANIZACIÓN</b>	
9. Fecha de construcción: Este acueducto fue construido por el Comité de Cafeteros hace 25 años	
10. Tipo de organización: Asociación de usuarios	
<b>CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA AMBIENTAL (CONCESION)</b>	
11. Resolución N°:	
12. Fecha de resolución:	
13. Entidad que expide la resolución:	
14. Vigencia de la resolución:	
15. Caudal otorgado: 2,5 l/s	
16. Uso otorgado:	
<b>ASPECTOS ADMINISTRATIVOS</b>	
17. Sistema tarifario: el sistema tarifarios esta dividida en dos estratos 1-3 y 3-6	
18. Tarifas: estratos 1-3 pagan \$ 7.000 y estratos 3-6 pagan \$12.000	
19. Personal administrativo: contador, revisor fiscal, tesorero, secretaria, administrador	
20. Personal operativo: fontanero	
21. Otro tipo de personal:	
22. Gastos administrativos: \$500.000 mensual	
23. Relaciones con la CAR: acompañamiento en el cerramiento de humedales y arborización	
24. Relaciones entes educativos: escuelas de la vereda y la universidad tecnológica de Pereira.	
25. Relaciones otras instituciones:	
<b>COBERTURA</b>	
26. Número de suscriptores: 65 aproximadamente	
27. Población abastecida: 300 habitantes y personal estacionario de Smorfit 50 personas	
28. Veredas o comunidades abastecidas: toda la vereda de Santa Cruz de Barbas	
29. Porcentaje de cobertura: 100%	
<b>ASPECTOS OPERATIVOS</b>	
30. Cuenca abastecedora: Rio Cestillal	
31. Usos del suelo de la cuenca: humedales, ganadería, cultivos forestales	
32. Cuales de estas actividades presentan un mayor consumo: domestico, ganadería y caballerizas	
33. Micromedición: si	34. Cobertura: 100%
35. Macromedición: si	36. En todas las bocatomas: no

37. Macromedición en otros sitios: en el tanque de almacenamiento, casa de smorfit y en villa paleta	
38. Consumo promedio: 35 m3/s	
39. Tipo de consumo: domestico y ganadería	
40. Consumo promedio suscriptores: 35m3/s	
41. Existencia de usuarios ilegales: Cartón Colombia no paga una tarifa por consumo de agua.	
42. N° aproximado de usuarios ilegales: no se conoce	
43. Estrategias de control de usuarios ilegales: muestreos periódicos y confrontación de información con micromedidores y macromedidores	
44. N° licencias en trámite: ninguna	
45. N° licencias concedidas en el último año: en el año 2008 se diligenciaron 3 licencias	
46. Objetivo de expansión: fincas y viviendas	
47. Programa de protección de fuentes hídricas: cerramiento de humedales y reforestación	
48. Porcentaje de pérdidas: del 5 al 10%	
49. Estrategias de control de pérdidas: cambio de tubería	
50. Poseen programas de detección de fugas y planes de reposición de redes: si	
51. Cuales: se hizo una inversión de 250.000 para el cambio de la gran mayoría de tubería, se instalaron válvulas de presión, medidores, micromedidores, tanque de almacenamiento y sedimentador.	
52. Campañas de educación al usuario: periódico La Gota	
53. Plan de uso eficiente del agua: No	
ASPECTOS TECNICOS	
54. Poseen datos de aforos: si (el instituto municipal de salud, realiza los aforos)	
55. Época de lluvia: si	56. Época de verano: si
57. Se ha presentado racionamientos: hace cuatro años	
58. Época del año: mitad de año	59. Durante cuánto tiempo: varios días
60. Existen datos de calidad de agua: si	
61. Descripción del sistema de tratamiento: cloro con dosificador	
62. N° de captaciones: 1 y se piensa hacer otra cerca del tanque de almacenamiento	
63. Longitud de la tubería: 4 km	
64. Nombre de la captación: Santa Cruz de Barbas	
Coordenadas: 4° 42' 54,00 N y W 75° 37' 19,20"	
Altura:	
Caudal captado: 2,5 l/s	
Tanque de almacenamiento: si	
Población abastecida por la captación: 300 habitantes	
DATOS DE LA FICHA	
Elaboro: María Isabel García Serna y Kelly Andrea Aguirre	

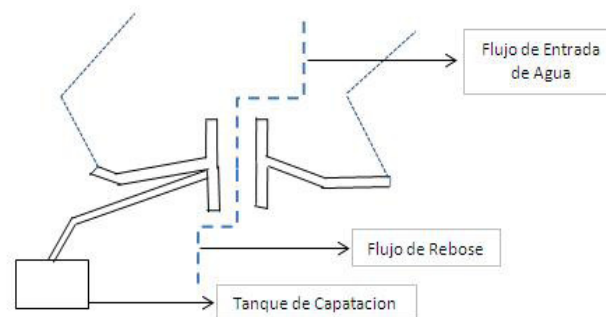
## Anexo 7 Fichas Técnicas Captaciones Visitadas

FORMATO DE CAPTURA DE INFORMACIÓN DE CAMPO DEMANDA DEL RECURSO HÍDRICO			
1. FECHA (DD/MM/AA):		2. FICHA No:	
20/03/2009		1	
3. IDENTIFICACIÓN DEL USUARIO			
4. Nombre: Asociación de Usuarios Santa Cruz de Barbas			
5. Dirección: Vereda Santa Cruz de Barbas			
6. Representante legal: Olmedo Ramirez			
7. Teléfono: 311-7894855			
8. Actividad desarrollada: captar y entregar agua a los consumidores de la misma			
9. LOCALIZACIÓN ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN			
10. Municipio: Pereira		11. Microcuenca: Cestilla	
12. Vereda/Barrio: vereda Santa Cruz de Barbas, corregimiento de arabia			
13. Coordenadas: N: 4° 42' 54,00" W: 75° 37' 19,20"			
14. Nombre de la Fuente: Rio Cestilla			
15. DESCRIPCIÓN ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN			
16. Tipo de captación: Superficial: <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea:			
17. Tipo de obra de captación: Toma lateral: <input checked="" type="checkbox"/> Toma sumergida: Toma de rejilla: <input checked="" type="checkbox"/>			
Pozo profundo		Presa de derivación	
18. Material de construcción: Cemento			
19. Estado de la obra: Bueno: <input checked="" type="checkbox"/> Malo: Regular:			
20. Existencia de dispositivo/estructura de aforo: Si No <input checked="" type="checkbox"/> Estado:			
21. Obras de infraestructura que componen el sistema de abastecimiento:			
Bocatoma	<input checked="" type="checkbox"/>	Desarenador	<input checked="" type="checkbox"/> Tanque de almacenamiento
Sistema de tratamiento: Cloro		Tanque de reparto	
22. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA FUENTE			
23. Color: ninguno		24. Olor: ninguno	
25. AFORO			
26. Método de aforo: Molinete Ultrasonido			
27. Caudal registrado antes de la bocatoma (m³/s): 0,002		28. Caudal registrado despues de la bocatoma (m³/s): 0,008	
29. Tipo de uso caudal captado: Industrial Doméstico <input checked="" type="checkbox"/> Institucional			
Comercial	Agrícola	Pecuario	
30. CUMPLIMIENTO NORMATIVO AMBIENTAL			
31. Resolución No: 818		32. Fecha de Resolución: 15 de Junio de 2007	
33. Entidad que expide la resolución: CARDER			
34. Vigencia: 5 años	35. Caudal otorgado(l/s): 2.5 l/s	36. Uso otorgado: Doméstico y agropecuario	
37. OBSERVACIONES			
La medicion del aforo posterior a la captacion dio un valor mayor que antes de la captacion, debido a las caracteristicas del terreno en forma de cañon que aumentaban la velocidad del cauce.			

### 38. REGISTRO FOTOGRAFICO




### 39. ESQUEMA CAPTACION



### 40. FUENTE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

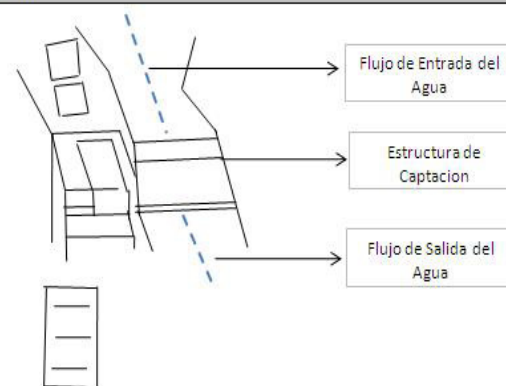
41. Elaboró: Kelly Andrea Aguirre - Maria Isabel Garcia Serna

FORMATO DE CAPTURA DE INFORMACIÓN DE CAMPO DEMANDA DEL RECURSO HIDRICO			
1. FECHA (DD/MM/AA):		2. FICHA No:	
19/03/2009		2	
3. IDENTIFICACIÓN DEL USUARIO			
4. Nombre: Asociación Comunitaria de Suscriptores del Acueducto Cestillal el Diamante ACUCESDI			
5. Dirección: Altagracia via principal casa 82			
6. Representante legal: Samuel de Jesus Correa			
7. Teléfono: 3259379			
8. Actividad desarrollada: captar y entregar agua a los consumidores de la misma			
9. LOCALIZACIÓN ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN			
10. Municipio: Pereira		11. Subcuenca: Cestillal	
12. Vereda/Barrio: vereda el Jordan, via armenia			
13. Coordenadas: N: 4° 43' 12,00"		W: 75° 38' 52,80"	H: 1737 msnm
14. Nombre de la Fuente: Rio Cestillal			
15. DESCRIPCIÓN ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN			
16. Tipo de captación: Superficial: <input checked="" type="checkbox"/>		Subterránea: <input type="checkbox"/>	
17. Tipo de obra de captación: Toma lateral: <input checked="" type="checkbox"/>		Toma sumergida: <input type="checkbox"/>	Toma de rejilla: <input checked="" type="checkbox"/>
Pozo profundo: <input type="checkbox"/>		Presa de derivación: <input type="checkbox"/>	
18. Material de construcción: ferroconcreto			
19. Estado de la obra: Bueno: <input checked="" type="checkbox"/>		Malo: <input type="checkbox"/> Regular: <input type="checkbox"/>	
20. Existencia de dispositivo/estructura de aforo: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Estado: <input type="checkbox"/>			
21. Obras de infraestructura que componen el sistema de abastecimiento:			
Bocatoma	<input checked="" type="checkbox"/>	Desarenador	<input checked="" type="checkbox"/>
Tanque de almacenamiento	<input type="checkbox"/>	Planta Alegrias	<input type="checkbox"/>
Sistema de tratamiento	<input type="checkbox"/>	Tanque de reparto altagracia, jazmin, cañaveral	<input type="checkbox"/>
22. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA FUENTE			
23. Color: ninguno		24. Olor: ninguno	
25. AFORO			
26. Método de aforo: molinete ultrasonido			
27. Caudal registrado antes de la bocatoma (m³/s): 0,142		28. Caudal registrado despues de la bocatoma(m³/s): 0,109	
29. Tipo de uso caudal captado: Industrial <input type="checkbox"/>		Doméstico <input checked="" type="checkbox"/>	Institucional <input type="checkbox"/>
Comercial <input type="checkbox"/>	Agrícola <input type="checkbox"/>	Pecuario <input type="checkbox"/>	
30. CUMPLIMIENTO NORMATIVO AMBIENTAL			
31. Resolución No: 1287 del 2000		32. Fecha de Resolución: 20 de octubre del 2000	
33. Entidad que expide la resolución: CARDER			
34. Vigencia: 10 años		35. Caudal otorgado(m³/s): No especificado para esta bocatoma	
36. Uso otorgado: domestico			
37. OBSERVACIONES			
Bosque secundario, area de conservacion. En la concesión no se encuentra especificado el caudal conecionado.			

### 38. REGISTRO FOTOGRÁFICO




### 39. ESQUEMA CAPTACION



### 40. FUENTE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

41. Elaboró: Maria Isabel Garcia Serna - Kelly Andrea Aguirre

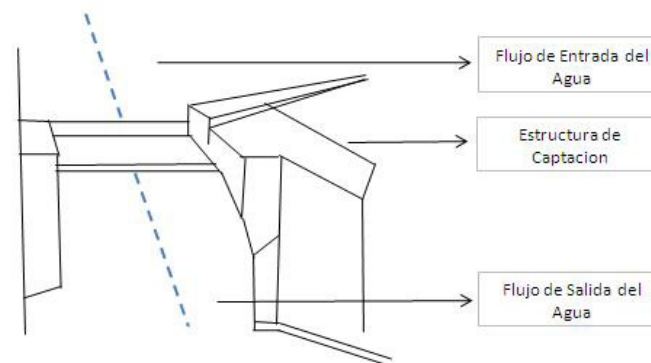


FORMATO DE CAPTURA DE INFORMACIÓN DE CAMPO DEMANDA DEL RECURSO HIDRICO			
1. FECHA (DD/MM/AA):		2. FICHA No:	
19/03/2009		3	
<b>3. IDENTIFICACIÓN DEL USUARIO</b>			
4. Nombre: Asociación Comunitaria de Suscriptores del Acueducto Cestital el Diamante ACUCESDI			
5. Dirección: Altagracia via principal casa 82			
6. Representante legal: Samuel de Jesus Correa			
7. Teléfono: 3259379			
8. Actividad desarrollada: captar y entregar agua a los consumidores de la misma			
<b>9. LOCALIZACIÓN ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN</b>			
10. Municipio: Pereira		11. Microcuenca: La Montaña	
12. Vereda/Barrio: el Jordan, via armenia autopista del cafe			
13. Coordenadas: N: 4° 44' 6,00"		W: 75° 39' 0,00" H. 1774 msnm	
14. Nombre de la Fuente: La Montaña			
<b>15. DESCRIPCIÓN ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN</b>			
16. Tipo de captación: Superficial: <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea: <input type="checkbox"/>			
17. Tipo de obra de captación: Toma lateral: <input checked="" type="checkbox"/> Toma sumergida: <input type="checkbox"/> Toma de rejilla: <input checked="" type="checkbox"/>			
Pozo profundo: <input type="checkbox"/> Presa de derivación: <input type="checkbox"/>			
18. Material de construcción: Ferrocemento			
19. Estado de la obra: Bueno: <input checked="" type="checkbox"/> Malo: <input type="checkbox"/> Regular: <input type="checkbox"/>			
20. Existencia de dispositivo/estructura de aforo: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Estado: <input type="checkbox"/>			
21. Obras de infraestructura que componen el sistema de abastecimiento:			
Bocatoma: <input checked="" type="checkbox"/> Desarenador: <input checked="" type="checkbox"/> Tanque de almacenamiento: <input type="checkbox"/> No			
Sistema de tratamiento: <input type="checkbox"/> Tanque de reparto: <input type="checkbox"/>			
<b>22. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA FUENTE</b>			
23. Color: ninguno		24. Olor: ninguno	
<b>25. AFORO</b>			
26. Método de aforo: Molinete ultrasonido			
27. Caudal captado antes de la bocatoma (m³/s): 0,022		28. Caudal captado despues de la bocatoma (m³/s):	
29. Tipo de uso caudal captado: Industrial: <input type="checkbox"/> Doméstico: <input checked="" type="checkbox"/> Institucional: <input type="checkbox"/>			
Comercial: <input type="checkbox"/> Agrícola: <input type="checkbox"/> Pecuario: <input type="checkbox"/>			
<b>30. CUMPLIMIENTO NORMATIVO AMBIENTAL</b>			
31. Resolución No: 1287 del 2000		32. Fecha de Resolución: 20 de octubre del 2000	
33. Entidad que expide la resolución: CARDER			
34. Vigencia: 10 años		35. Caudal otorgado(m³/s): No especificado para esta bocatoma	
36. Uso otorgado: domestico			
<b>37. OBSERVACIONES</b>			
La montaña cae a la aurorita y de la aurorita va a la planta alegrías y esta va altagracia, jazmín y cañaveral. En la concesión no se encuentra especificado el caudal conecionado. No se realizo aforo despues de la bocatoma ya que repentinamente aumento de caudal.			

### 38. REGISTRO FOTOGRÁFICO



### 39. ESQUEMA CAPTACION



### 40. FUENTE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

41. Elaboró: Maria Isabel Garcia - Kelly Andrea Aguirre



**FORMATO DE CAPTURA DE INFORMACIÓN DE  
CAMPO DEMANDA DEL RECURSO HIDRICO**



Universidad  
Tecnológica  
de Pereira

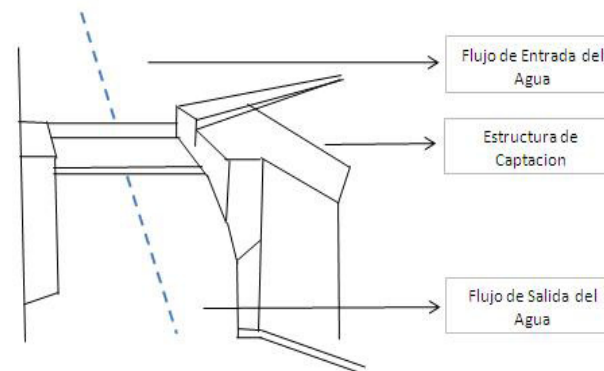


1. FECHA (DD/MM/AA):		2. FICHA No:	
19/03/2009		3	
<b>3. IDENTIFICACIÓN DEL USUARIO</b>			
4. Nombre: Asociación Comunitaria de Suscriptores del Acueducto Cestillal el Diamante ACUCESDI			
5. Dirección: Altavracia via principal casa 82			
6. Representante legal: Samuel de Jesus Correa			
7. Teléfono: 3259379			
8. Actividad desarrollada: captar y entregar agua a los consumidores de la misma			
<b>9. LOCALIZACIÓN ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN</b>			
10. Municipio: Pereira		11. Microcuenca: La Montañita	
12. Vereda/Barrio: el Jordan, via armenia autopista del cafe			
13. Coordenadas: N: 4° 44' 6,00"		W: 75° 39' 0,00" H. 1774 msnm	
14. Nombre de la Fuente: La Montañita			
<b>15. DESCRIPCIÓN ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN</b>			
16. Tipo de captación: Superficial: <input checked="" type="checkbox"/>		Subterránea: <input type="checkbox"/>	
17. Tipo de obra de captación: Toma lateral: <input checked="" type="checkbox"/>		Toma sumergida: <input type="checkbox"/>	
Pozo profundo: <input type="checkbox"/>		Toma de rejilla: <input checked="" type="checkbox"/>	
Presa de derivación: <input type="checkbox"/>			
18. Material de construcción: Ferrocemento			
19. Estado de la obra: Bueno: <input checked="" type="checkbox"/>		Malo: <input type="checkbox"/> Regular: <input type="checkbox"/>	
20. Existencia de dispositivo/estructura de aforo: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Estado: <input type="checkbox"/>			
21. Obras de infraestructura que componen el sistema de abastecimiento:			
Bocatoma	<input checked="" type="checkbox"/>	Desarenador	<input checked="" type="checkbox"/>
Sistema de tratamiento	<input type="checkbox"/>	Tanque de almacenamiento	<input type="checkbox"/>
Tanque de reparto	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
<b>22. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA FUENTE</b>			
23. Color: ninguno		24. Olor: ninguno	
<b>25. AFORO</b>			
26. Método de aforo: Molinete ultrasonido			
27. Caudal captado antes de la bocatoma (m³/s): 0,022		28. Caudal captado después de la bocatoma (m³/s): <input type="checkbox"/>	
29. Tipo de uso caudal captado: Industrial <input type="checkbox"/>		Doméstico <input checked="" type="checkbox"/> Institucional <input type="checkbox"/>	
Comercial <input type="checkbox"/>		Agrícola <input type="checkbox"/> Pecuario <input type="checkbox"/>	
<b>30. CUMPLIMIENTO NORMATIVO AMBIENTAL</b>			
31. Resolución No: 1287 del 2000		32. Fecha de Resolución: 20 de octubre del 2000	
33. Entidad que expide la resolución: CARDER			
34. Vigencia: 10 años		35. Caudal otorgado (m³/s): No especificado para esta bocatoma	
36. Uso otorgado: domestico			
<b>37. OBSERVACIONES</b>			
La montañita cae a la aurorita y de la aurorita va a la planta alegrías y esta va altavracia, jazmin y cañaveral. En la concesión no se encuentra especificado el caudal concesionado. No se realizo aforo despues de la bocatoma ya que repentinamente aumento de caudal.			

**38. REGISTRO FOTOGRAFICO**




**39. ESQUEMA CAPTACION**



**40. FUENTE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

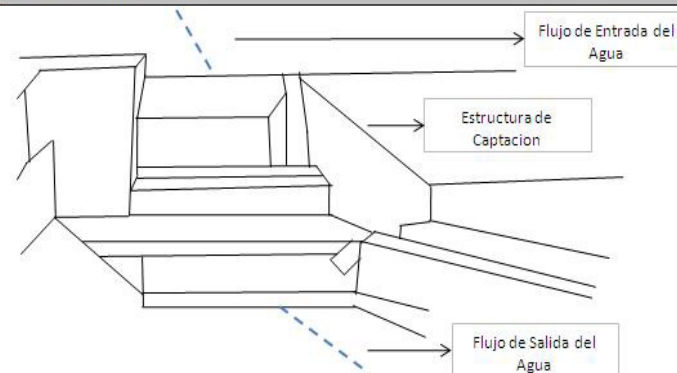
41. Elaboró: María Isabel García - Kelly Andrea Aguirre

FORMATO DE CAPTURA DE INFORMACIÓN DE CAMPO DEMANDA DEL RECURSO HIDRICO			
1. FECHA (DD/MM/AA):		2. FICHA No:	
19/03/2009		4	
3. IDENTIFICACIÓN DEL USUARIO			
4. Nombre: Asociacion Comunitaria de Suscriptores del Acueducto Cestital el Diamante ACUCESDI			
5. Dirección: Altigracia via principal casa 82			
6. Representante legal: Samuel de Jesus Correa			
7. Teléfono: 3259379			
8. Actividad desarrollada: captar y entregar agua a los consumidores de la misma			
9. LOCALIZACIÓN ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN			
10. Municipio: Pereira		11. Microcuenca: La Aurorita	
12. Vereda/Barrio: La Graminea, corregimiento altigracia			
13. Coordenadas: N: 4° 44' 6,00"		W: 75° 39' 43,20" H: 1656 msnm	
14. Nombre de la Fuente: La Aurorita			
15. DESCRIPCIÓN ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN			
16. Tipo de captación: Superficial: <input checked="" type="checkbox"/>		Subterránea:	
17. Tipo de obra de captación: Toma lateral: <input checked="" type="checkbox"/>		Toma sumergida: Toma de rejilla: <input checked="" type="checkbox"/>	
Pozo profundo		Presa de derivación	
18. Material de construcción: Ferrocemento			
19. Estado de la obra: Bueno: <input checked="" type="checkbox"/>		Malo: Regular:	
20. Existencia de dispositivo/estructura de aforo: Si No <input checked="" type="checkbox"/> Estado:			
21. Obras de infraestructura que componen el sistema de abastecimiento:			
Bocatoma <input checked="" type="checkbox"/>		Desarenador <input checked="" type="checkbox"/> Tanque de almacenamiento Desimentador	
Sistema de tratamiento		Tanque de reparto tanque altigracia, jazmin y cañaveral	
22. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA FUENTE			
23. Color: ninguno		24. Olor: ninguno	
25. AFORO			
26. Método de aforo: molinete ultrasonido			
27. Caudal captado antes de la bocatoma (m³/s): 0,017		28. Caudal captado despues de la bocatoma (m³/s): 0,005	
29. Tipo de uso caudal captado: Industrial Doméstico <input checked="" type="checkbox"/> Institucional			
Comercial		Agricola Pecuario	
30. CUMPLIMIENTO NORMATIVO AMBIENTAL			
31. Resolución No: 1287 del 2000		32. Fecha de Resolución: 20 de octubre del 2000	
33. Entidad que expide la resolución: CARDER			
34. Vigencia: 10 años		35. Caudal otorgado(m³/s): No especificado para esta bocatoma	
36. Uso otorgado: domestico			
37. OBSERVACIONES			
Esta bocatoma va a la planta de alegrías y despues va al tanque de altigracia, jazmin y cañaveral. En la concesión no se encuentra especificado el caudal conecionado.			

### 38. REGISTRO FOTOGRAFICO







### 39. ESQUEMA CAPTACION



### 40. FUENTE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

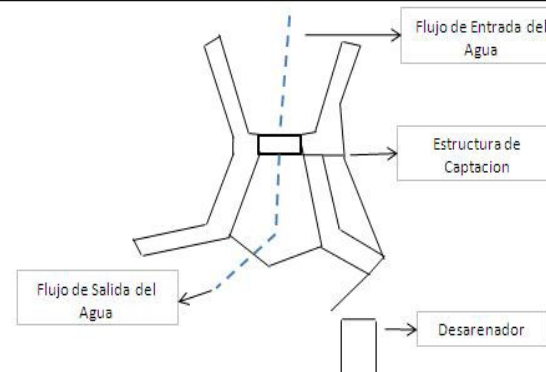
41. Elaboró: Kelly Andrea Aguirre y Maria Isabel Garcia

FORMATO DE CAPTURA DE INFORMACIÓN DE CAMPO DEMANDA DEL RECURSO HIDRICO		   	
1. FECHA (DD/MM/AA):		2. FICHA No:	
20/03/2009		5	
3. IDENTIFICACIÓN DEL USUARIO			
4. Nombre: Junta de Acción Comunal Yarumal			
5. Dirección: Vereda Yarumal			
6. Representante legal: Horacio Gallego Gomez			
7. Teléfono: 3249346			
8. Actividad desarrollada: captar y entregar agua a los consumidores de la misma			
9. LOCALIZACIÓN ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN			
10. Municipio: Pereira		11. Subcuenca: Rio Cestillal	
12. Vereda/Barrio: Yarumal			
13. Coordenadas: N: 4° 42' 36,00"		W: 75° 39' 20,82"	
14. Nombre de la Fuente: Quebrada El Paraiso			
15. DESCRIPCIÓN ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN			
16. Tipo de captación: Superficial: <input checked="" type="checkbox"/>		Subterránea: <input type="checkbox"/>	
17. Tipo de obra de captación: Toma lateral		Toma sumergida	Toma de rejilla <input checked="" type="checkbox"/>
Pozo profundo		Presa de derivación	
18. Material de construcción: Concreto			
19. Estado de la obra: Bueno: <input type="checkbox"/>		Malo: <input type="checkbox"/>	
Regular: <input checked="" type="checkbox"/>		con escapes	
20. Existencia de dispositivo/estructura de aforo: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Estado: <input type="checkbox"/>			
21. Obras de infraestructura que componen el sistema de abastecimiento:			
Bocatoma	<input checked="" type="checkbox"/>	Desarenador	<input checked="" type="checkbox"/>
Tanque de almacenamiento	<input checked="" type="checkbox"/>		
Sistema de tratamiento		Tanque de reparto	<input checked="" type="checkbox"/>
22. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA FUENTE			
23. Color: ninguno		24. Olor: ninguno	
25. AFORO			
26. Método de aforo: molinete ultrasonido			
27. Caudal registrado antes de la bocatoma (m³/s): 0,018		28. Caudal registrado despues de la bocatoma (m³/s): 0,001	
29. Tipo de uso caudal captado: Industrial <input type="checkbox"/>		Doméstico <input checked="" type="checkbox"/>	
Comercial <input type="checkbox"/>		Institucional <input type="checkbox"/>	
Agrícola <input type="checkbox"/>		Pecuario <input type="checkbox"/>	
30. CUMPLIMIENTO NORMATIVO AMBIENTAL			
31. Resolución No: 823		32. Fecha de Resolución: Junio 15 del 2007	
33. Entidad que expide la resolución: CARDER			
34. Vigencia: 5 años		35. Caudal otorgado(l/s): 1.5	
36. Uso otorgado: Domestico			
37. OBSERVACIONES			

#### 38. REGISTRO FOTOGRAFICO



#### 39. ESQUEMA CAPTACION



#### 40. FUENTE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

41. Elaboró: Maria Isabel Garcia Serna - Kelly Andrea Aguirre Osorio



**FORMATO DE CAPTURA DE INFORMACIÓN DE  
CAMPO DEMANDA DEL RECURSO HIDRICO**



Universidad  
Tecnológica  
de Pereira

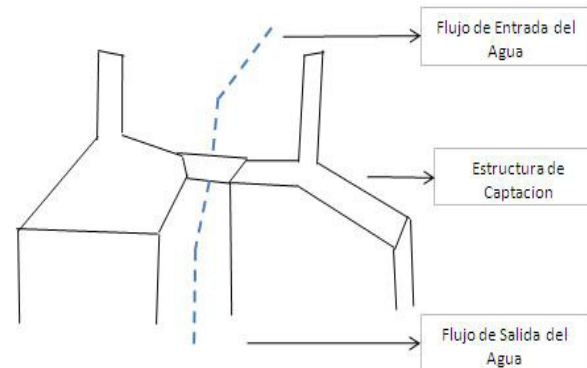


<b>1. FECHA (DD/MM/AA):</b>		<b>2. FICHA No:</b>	
26/03/2009		6	
<b>3. IDENTIFICACIÓN DEL USUARIO</b>			
4. Nombre: Asociación de Suscriptores de Servicio de Agua de Acueducto Perez Alto Barrio La Esperanza			
5. Dirección: Vereda Perez Alto, continuo escuela Perez Alto			
6. Representante legal: Jair Garzon Giraldo			
7. Teléfono: 313-6261838			
8. Actividad desarrollada: captar y entregar agua a los consumidores de la misma			
<b>9. LOCALIZACIÓN ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN</b>			
10. Municipio: Pereira		11. Subcuenca: Cestillal	
12. Vereda/Barrio: Perez Alto			
13. Coordenadas: N: 4° 42' 43,20"		W: 75° 39' 43,20" H: 1755 msnm	
14. Nombre de la Fuente: Quebrada El Paraiso			
<b>15. DESCRIPCIÓN ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN</b>			
16. Tipo de captación: Superficial: <input checked="" type="checkbox"/>		Subterránea: <input type="checkbox"/>	
17. Tipo de obra de captación: Toma lateral: <input checked="" type="checkbox"/>		Toma sumergida: <input type="checkbox"/>	
Pozo profundo: <input type="checkbox"/>		Presa de derivación: <input type="checkbox"/>	
18. Material de construcción: Cemento			
19. Estado de la obra: Bueno		Malo: <input type="checkbox"/> Regular: <input type="checkbox"/>	
20. Existencia de dispositivo/estructura de aforo: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Estado: <input type="checkbox"/>			
21. Obras de infraestructura que componen el sistema de abastecimiento:			
Bocatoma: <input checked="" type="checkbox"/>		Desarenador: <input type="checkbox"/> Tanque de almacenamiento: <input type="checkbox"/>	
Sistema de tratamiento: <input type="checkbox"/>		Tanque de reparto: <input type="checkbox"/>	
<b>22. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA FUENTE</b>			
23. Color: ninguno		24. Olor: ninguno	
<b>25. AFORO</b>			
26. Método de aforo: Molinete ultrasonido			
27. Caudal registrado antes de la bocatoma (m³/s): 0,055		28. Caudal registrado despues de la	
29. Tipo de uso caudal captado: Industrial <input type="checkbox"/>		Doméstico: <input checked="" type="checkbox"/> Institucional: <input type="checkbox"/>	
Comercial: <input type="checkbox"/>		Agrícola: <input type="checkbox"/> Pecuario: <input type="checkbox"/>	
<b>30. CUMPLIMIENTO NORMATIVO AMBIENTAL</b>			
31. Resolución No: 0535		32. Fecha de Resolución: Mayo 15 del 2001	
33. Entidad que expide la resolución: CARDER			
34. Vigencia: 10 años		35. Caudal otorgado(l/s): 2.5	
36. Uso otorgado: Domestico			
<b>37. OBSERVACIONES</b>			
<b>38. REGISTRO FOTOGRAFICO</b>			

**38. REGISTRO FOTOGRAFICO**



**39. ESQUEMA CAPTACION**



**40. FUENTE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

41. Elaboró: Maria Isabel Garcia Serna - Kelly Andrea Aguirre Osorio

